



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING
FLOW INPUT WATER* PADA *MINI POWER
PLANT* BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE
INTERFACE*) DI *WORKSHOP* INSTRUMENTASI**

**TIRTAWATI PRABANING TRIAS
NRP 2414.031.043**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr.BAMBANG LELONO WIDJANTORO, ST, MT.
NIP. 19690507 1995121 001**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT TF145565

***MONITORING SYSTEM DESIGN SYSTEM
FLOW INPUT WATER ON MINI POWER PLANT
BASED ON HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)
IN WORKSHOP INSTRUMENTATION***

**TIRTAWATI PRABANING TRIAS
NRP 2414.031.043**

**ADVISOR LECTURER
Dr. BAMBANG LELONO WIDJANTORO, ST, MT.
NIP. 19690507 1995121 001**

***STUDY PROGRAM OF D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017***

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
FLOW INPUT WATER PADA MINI POWER PLANT
BERBASIS HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

TUGAS AKHIR

Oleh :

TIRTAWATI PRABANING TRIAS
NRP. 2421 031 043

Surabaya, 27 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing


Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, ST, MT
NIP . 19690507 1995121 001

**Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi ITS**


Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001



**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING*
FLOW INPUT WATER PADA *MINI POWER PLANT*
BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)
DI *WORKSHOP* INSTRUMENTASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
TIRTAWATI PRABANING TRIAS
NRP. 2414 031 043

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Bambang Lelono W. ST, MT (Pembimbing)
2. Dr. Ir. Purwadi Agus D. M.Sc (Ketua Tim Penguji)
3. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA (Penguji I)
4. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes (Penguji II)
5. Dr. Gunawan N. ST, MT (Penguji III)
6. Herry Sufyan Hadi, ST, MT (Penguji IV)

SURABAYA
JULI 2017

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING*
FLOW INPUT WATER PADA *MINI POWER PLANT*
BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

Nama : Tirtawati Prabaning Trias
NRP : 2414 031 043
Program Studi : D3 Teknik Instrumentasi
Departemen : Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Dr. Bambang Lelono Widjiantoro,
ST, MT.

Abstrak

Pada boiler terdapat variable-variabel yang berdampak pada sistem kerja dari boiler salah satunya yaitu *flow*. Jadi sebelum pada steam drum perlu ada monitoring *flow* pada input yaitu pada input boiler atau *inlet feedwater*. Rancang bangun sistem monitoring *flow input water* pada *mini power plant* yaitu berfungsi sebagai penampilan *flow* yang masuk ke ketel uap. Cara kerja sistem monitoring *flow* ini yaitu dengan menggunakan *Water flow Sensor* sebagai sensor aliran untuk mengetahui debit yang mengalir per satuan menit. Air yang mengalir dari tangki air ke ketel uap ketika *valve* dibuka, akan melewati sensor *flow*. *Output* dari sensor *flow* dimasukan ke mikrokontroller atmega 32. Atmega 32 berperan sebagai pemproses sinyal kemudian dikirim pada PC yang telah dilengkapi program tampilan HMI (*Human Machine Interface*) *flow* yang menggunakan *Delphi*. Data hasil pengukuran *flow* akan tersimpan pada *database* tiap satuan waktu. Dari hasil pengujian alat sensor didapatkan didapat nilai standart dari kalibrasi sensor yakni sebesar 0,706 L/menit, *error* alat ukur atau *water flow sensor* sebesar 3,54%, ketidakpastian diperluas atau U_{expand} sebesar 0,8813 L/menit, nilai akurasi pembacaan sensor sebesar 99,46%.

Kata Kunci : *flow, inlet feedwater, HMI*

**MONITORING SYSTEM DESIGN SYSTEM
FLOW INPUT WATER ON MINI POWER PLANT
BASED ON HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)
IN WORKSHOP INSTRUMENTATION**

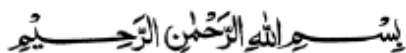
Name of Student : Tirtawati Prabaning Trias
NRP : 2414 031 043
Department : Diploma of Istrumentation ,
Instrumentation Engineering, ITS
Advisor Lecturer : Dr.Bambang Lelono Widjiantoro,
ST, MT.

Abstract

In the boiler there are variables that affect the working system of the boiler one of which is flow. So before the steam drum there needs to be monitoring flow on the input that is at the input of boiler or inlet feedwater. The design of the system of monitoring input water flow on the mini power plant that serves as the appearance of flow into the boiler. The workings of this flow monitoring system is by using the Water flow Sensor as a flow sensor to determine the flowing discharge per minute unit. Water that flows from the water tank to the boiler when the valve is opened, will pass through the sensor flow. The output of the sensor flow is input to the microcontroller atmega 32. Atmega 32 acts as a signal processing and then sent on a PC that has been equipped with a HMI (Human Machine Interface) flow program using Delphi. Data flow measurement results will be stored in the database per unit time. From sensor testing result got got standard value from calibration sensor that is equal to 0,706 L / min, error measuring instrument or water flow sensor equal to 3,54%, uncertainty expanded or Uexpand equal to 0,8813 L / minute, accuracy value of sensor reading equal to 99,46%.

Keyword: flow, inlet feedwater, HMI

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING FLOW INPUT WATER* PADA *MINI POWER PLANT* BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) DI WORKSHOP INSTRUMENTASI ”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Teknik Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen D3 Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
2. Bapak Ir. Roekmono,MT ,selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Instrumentasi.
3. Bapak Dr.Bambang Lelono Widjiantoro, ST, MT , selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan izin menggunakan *workshop* intrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
5. Orang Tua saya yang tercinta,terutama Ibu saya, Sunarni dan kakak saya Meladia Elok Purbarani, terima kasih atas

segala dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.

6. Kelompok TA Boiler Rizal (Tigor), Tantowi (Bapak), Fajar Muhlisin (Amox), Tachfiezal (Amin), Zulfa (Ju) yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir. Semoga akan selalu teringat kebersamaan kita.
7. Keluarga besar Pejuang Tangguh Workshop 2014 yang selalu menemani saat perjuangan dari titik awal sampai akhir ini.
8. Keluarga kedua saya “SODARA – SODARI” yang selalu men-support saya dari kota perantauan masing – masing.
9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
10. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
11. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 19 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I	i
HALAMAN JUDUL II	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Laporan.....	3
1.6 Manfaat	4
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1 Boiler.....	5
2.2 Aliran (<i>Flow</i>).....	7
2.3 <i>Monitoring</i>	7
2.4 <i>Water Flow Sensor</i>	9
2.5 <i>Microcontroller Atmega 32</i>	11
2.6 <i>BASCOM AVR</i>	16
2.7 <i>Delphi</i>	17
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 Perancangan Alat	19
3.2 Perancangan Boiler.....	20
3.3 Perancangan Mekanik Alat	22
3.4 Perancangan Sistem <i>Monitoring Flow Input Water</i>	23
3.5 Perancangan <i>Software</i>	32
3.7 Perancangan <i>Integrasi</i>	36
3.8 Prosedur	39

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Alat	43
4.2 Pembahasan.....	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Boiler	6
Gambar 2.2 Diagram Blok <i>Monitoring Flow</i>	8
Gambar 2.3 <i>Water Flow Sensor</i>	9
Gambar 2.4 Mekanik <i>Water Flow Sensor</i>	10
Gambar 2.5 Minimum System Atmega 32	11
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Atmega 32	13
Gambar 2.7 Diagram Blok Atmega 32	14
Gambar 2.8 Tampilan BASCOM AVR	16
Gambar 2.9 Tampilan <i>Delphi</i> Sebagai HMI	17
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Perancangan Alat	19
Gambar 3.2 <i>Pipping and Instrumentation Diagram</i> Boiler	21
Gambar 3.3 Konstruksi Mekanik Boiler	23
Gambar 3.4 Diagram blok <i>monitoring flow</i>	24
Gambar 3.5 Diagram blok <i>monitoring flow</i>	24
Gambar 3.6 Perancangan <i>hardware flow input</i> boiler lama. ...	25
Gambar 3.7 Diagram blok sistem <i>monitoring flow</i> saat ini	25
Gambar 3.8 Perancangan <i>hardware flow input</i> boiler baru	26
Gambar 3.9 Rangkaian Blok Diagram Sensor	26
Gambar 3.10 <i>Water Flow Sensor</i>	27
Gambar 3.11 Skematik <i>Wiring</i> Mikrokontroler Atmega 32 ..	28
Gambar 3.12 Atmega 32 pada <i>control panel</i>	29
Gambar 3.13 Rangkaian Antarmuka RS232	29
Gambar 3.14 Skematik <i>Wiring</i> LCD 16x4	30
Gambar 3.15 Pembacaan <i>flow</i> pada LCD 16x4	31
Gambar 3.16 Coding <i>data logger</i>	31
Gambar 3.17 <i>Data Logger</i> pada laptop	32
Gambar 3.18 Tampilan Bascom AVR	33
Gambar 3.19 Membuka halaman <i>text editor</i> baru	33
Gambar 3.20 Penyimpanan <i>file</i> Bascom AVR	34
Gambar 3.21 Memilih <i>Chip</i> Atmega	34
Gambar 3.22 Memilih Atmega 32	35
Gambar 3.23 Tampilan <i>coding program</i>	35
Gambar 3.24 <i>Software</i> Bascom AVR	36
Gambar 3.25 Tampilan untuk membuka <i>delphi</i>	37

Gambar 3.26	Tampilan grafik <i>real time flow</i>	37
Gambar 3.27	Tampilan untuk pilih port.....	38
Gambar 3.28	Tampilan untuk koneksi <i>interface</i>	38
Gambar 3.29	Tampilan <i>monitoring flow</i> pada <i>Delphi</i>	38
Gambar 3.30	Dimensi ukuran volume rangka boiler.....	40
Gambar 4.1	<i>Bascom AVR</i>	43
Gambar 4.2	Ukuran Volume Boiler	44
Gambar 4.3	Pipa <i>feedwater</i>	45
Gambar 4.4	Grafik Waktu Terhadap <i>Flow</i>	48
Gambar 4.5	<i>Data Logger</i> pembacaan <i>flow</i>	49
Gambar 4.6	Grafik Linieritas <i>Water Flow Sensor</i>	53
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Waktu dan <i>Flow</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Intruksi Dasar BASCOM AVR.....	9
Tabel 2.2 Komponen Dalam <i>Water Flow Sensor</i>	16
Tabel 4.1 Pembacaan Standart dan Uji pada Alat Sensor (<i>Water Flow Sensor</i>).....	27
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran <i>Flow</i> (debit) pada Plant.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Boiler adalah bejana tertutup dimana air di bawah tekanan diubah menjadi uap panas. Dalam tungku boiler, energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi panas, dan ini adalah fungsi dari boiler untuk mentransfer panas ini ke air yang terkandung paling banyak ^[1]. Dalam hal ini, digunakan air (*feedwater*) sebagai masukannya. Air tersebut akan masuk ke dalam sebuah tempat pembakaran yang disebut dengan *furnace*. Dari *furnace* tersebut akan masuk ke dalam *steam drum* untuk dipisahkan antara uap basah yang masih mengandung air dan uap yang sudah tidak banyak mengandung air. Selanjutnya uap yang masih mengandung air akan kembali dipanaskan sebelum kembali masuk ke dalam *steam drum*. Sedangkan uap yang telah sedikit mengandung air akan diteruskan hingga menuju *superheater* untuk dipanaskan kembali hingga memiliki temperatur dan tekanan yang lebih tinggi. Kemudian dari steam ini akan digunakan untuk memutar turbin yang selanjutnya akan menggerakkan generator.

Boiler secara umum terdiri dari beberapa sistem, diantaranya adalah sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar yang terintegrasi menjadi satu kesatuan. Sistem air umpan berfungsi sebagai penyedia air untuk Boiler yang bekerja secara otomatis sesuai kebutuhan. Pada sistem umpan balik air ^[2]. Boiler dibutuhkan pengendali yang mampu menjaga kestabilan level air. Pada boiler terdapat variable-variabel yang berdampak pada sistem kerja dari boiler salah satunya yaitu *flow*. Jadi sebelum pada steam drum perlu ada *monitoring flow* pada input yaitu pada input boiler. *Steam drum* pada boiler berfungsi untuk menghasilkan *steam* yang betekanan tinggi sehingga dapat menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik. Untuk meningkatkan efisiensi kerja boiler maka diperlukan system *monitoring flow* pada input boiler agar tidak terjadi kegagalan pada system boiler dan akan memudahkan mengetahui jumlah input air ke boiler dengan demikian akan dapat mengurangi kegagalan kerja boiler serta mengetahui data sebagai

acuan apakah ada kerusakan pada sensor / *instrument* lain (*maintenance*). HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. Sistem HMI berupa *Graphic user interface* (GUI) pada suatu tampilan layar ^[3]. Komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin atau pengguna yang akan memonitoring *water flow inlet* dengan menggunakan software *Delphi*. Oleh karena itu dibuat tugas akhir ini dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING FLOW INPUT WATER* BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) PADA *MINI POWER PLANT* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”. Adanya *monitoring flow* pada input boiler akan memudahkan mengetahui jumlah input air ke boiler dengan demikian akan dapat mengurangi kegagalan pada kerja boiler serta menghemat penggunaan bahan bakar, maka dirancang alat yang dapat memonitoring *flow* pada input boiler yang berbasis *arduino*. *Arduino* dalam sistem *monitoring* ini bersifat dapat merekam (*record*) kejadian dari *flow*.

1.2 Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Bagaimana merancang sebuah alat monitoring temperature Bagaimana merancang alat untuk memonitoring *flow input water* dengan menggunakan *ATmega 32* agar dapat mengantisipasi jika terjadi kegagalan?
2. Bagaimana cara menampilkan data monitoring *flow input water* berbasis HMI (*Human Machine Interface*)?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Cakupan dari system monitoring ini dimulai dari penerimaan data hasil dari pembacaan sensor, pengolahan data, tampilan pada sistem HMI (*Human Machine Interface*).

2. Perancangan sistem monitoring ini hanya menggunakan mikrokontroller ATmega 32.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir adalah:

1. Cakupan dari system monitoring ini dimulai dari penerimaan data hasil dari pembacaan sensor, pengolahan data, tampilan pada sistem HMI (*Human Machine Interface*).
2. Perancangan sistem monitoring ini hanya menggunakan mikrokontroller ATmega 32.

1.5 Sistematika Laporan

Adapun sistematika dalam laporan tugas akhir ini adalah disusun dengan perincian sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab I menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, sistematika laporan dan manfaat Rancang Bangun Sistem Monitoring *Flow Input Water* Berbasis HMI (*Human Machine Interface*)

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab II mengulas tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan tugas akhir. Bab ini berisi ulasan dari boiler, atmega 32 dan teori penunjang yang lain yang berkaitan dengan judul

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab III ini membahas terkait dari perancangan alat dan pembuatan alat yang diulas secara detail dari proses awal pembuatan alat sampai tahap akhir pembuatan alat. serta dijelaskan proses integrasi antara *hardware* dan *software*.

BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab IV mengulas hasil data yang diperoleh dari alat. Bab ini menjelaskan kinerja dari alat untuk mengetahui kemampuan alat.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk rekomendasi tugas akhir atau pengembangan selanjutnya.

1.6 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini yaitu dapat digunakan sebagai acuan pada sistem boiler jika terjadi gangguan pada sistem *flow* boiler pada *input boiler*. Selain itu dapat juga dijadikan simulasi dalam mengetahui debit atau aliran pada umpan *economizer*.

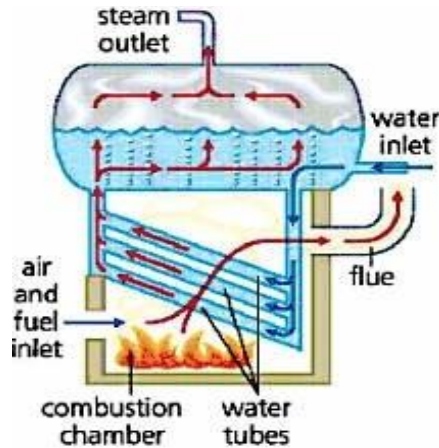
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Boiler

Salah satu peralatan yang sangat penting di dalam suatu pembangkit tenaga listrik adalah Boiler (*Steam Generator*) atau yang biasanya disebut ketel uap. Alat ini merupakan alat penukar kalor, dimana energi panas yang dihasilkan dari pembakaran diubah menjadi energi potensial yang berupa uap. Uap yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi inilah yang nantinya digunakan sebagai media penggerak utama Turbin Uap. Energi panas diperoleh dengan jalan pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap air yang digunakan dalam boiler bukan hanya sekedar uap air biasa. Uap air yang digunakan yaitu uap air yang bertekanan tinggi. Uap pada boiler adalah dihasilkan dari pemanasan air dalam *steam drum*, dimana air dalam *steam drum* dipanaskan dengan temperatur yang tinggi agar menghasilkan uap yang bertekanan. Uap bertekanan tersebut yang akan dijadikan tenaga untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik.

Boiler (Ketel uap) tersusun dari bumbung (*drum*) yang tertutup dan dilengkapi dengan pipa-pipa untuk sambungan api dan pipa air. Jadi untuk penggunaan turbin uap maka diperlukan pembangkit tenaga uap seperti yang dihasilkan dari *steam drum*. *Superheater* (bagian pemanas lanjut pada boiler) adalah sistem pemanas air yang digunakan untuk menaikkan temperatur sehingga akan menaikkan energi potensial uap. Fungsi dari *superheater* sangat penting yaitu untuk produksi uap pemanasan lanjut bagi turbin uap. Uap panas lanjut yaitu uap kering yang merupakan syarat dari operasi turbin. Klasifikasi dari pemanas lanjut yaitu terdiri dari pemanas lanjut konveksi, pemanas lanjut radiasi dimana pemanas lanjut tersebut tergantung pada cara transfer suatu termal (energi panas). Untuk hasil uap yang maksimal dibutuhkan temperatur akhir uap yang tetap konstan walaupun dengan beban ketel yang berbeda.



Gambar 2.1 Boiler^[4]

Boiler ada beberapa macam misal, boiler berdasarkan fluida yang mengalir pada pipa. Jenis bahan bakar yang digunakan pada boiler ada beberapa macam yaitu dari LPG, minyak bumi serta batu bara dan lain-lain. Boiler ini menggunakan tipe *water tube*. Pada *water tube* boiler, air umpan boiler mengalir melalui pipa – pipa masuk ke dalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar membentuk steam pada daerah uap dalam drum. Boiler ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus boiler untuk pembangkit tenaga. *Water tube* boiler yang sangat modern dirancang dengan kapasitas steam antara 4.500-12.000 kg/jam, dengan tekanan sangat tinggi. Banyak *water tube* boiler yang dikonstruksi secara paket jika digunakan bahan bakar minyak bakar dan gas. Untuk *water tube* boiler yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket. Karakteristik *water tube* boiler sebagai berikut :

- *Forced, induced* dan *balanced draft* membantu untuk meningkatkan efisiensi pembakaran
- Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air
- Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi

2.2 Aliran (*Flow*)

Debit atau laju aliran merupakan suatu koefesien yang menyatakan jumlah volume air yang mengalir dari suatu sumber dalam satuan waktu tertentu melalui suatu penampang air, sungai, saluran, pipa atau kran dan sebagainya, biasanya diukur dalam satuan liter/detik atau liter/menit. Dalam pengukuran fluida termasuk penentuan tekanan, kecepatan, debit, gradien kecepatan, turbulensi dan viskositas. Terdapat banyak cara melaksanakan pengukuran-pengukuran, misalnya langsung, tak langsung, gravimetrik, volumetrik, elektronik, elektromagnetik dan optik. Pengukuran debit secara langsung terdiri dari atas penentuan volume atau berat fluida yang melalui suatu penampang dalam suatu selang waktu tertentu. Metoda tak langsung bagi pengukuran debit memerlukan penentuan tinggi tekanan, perbedaan tekanan atau kecepatan dibeberapa titik pada suatu penampang dan dengan besaran perhitungan debit. Metode pengukuran aliran yang paling teliti adalah penentuan gravimerik atau penentuan volumetrik dengan berat atau volume diukur atau penentuan dengan mempergunakan tangki yang dikalibrasikan untuk selang waktu yang diukur ^[5]. Aliran air dikatakan memiliki sifat ideal apabila air tidak dapat dimanfaatkan dan berpindah tanpa mengalami gesekan, hal ini berarti pada gerakan air tersebut memiliki kecepatan yang tetap pada masing-masing titik dalam pipa dan gerakannya beraturan akibat pengaruh gravitasi bumi. Pengukuran laju aliran merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam proses *plant boiler*. Pengukuran debit air ditujukan untuk mengetahui kecepatan aliran pada satuan waktu. Untuk mengetahui debit maka harus mengetahui satuan ukuran volume dan satuan ukuran waktu terlebih dahulu, karena debit berkaitan dengan satuan volume dan satuan waktu.

Untuk menentukan debit air menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

di mana :

Q = Debit (liter/s)

V = Volume (liter)

t = Waktu (s)

2.3 Monitoring

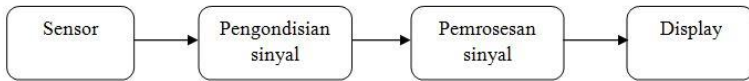
Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan/ program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program/ kegiatan itu selanjutnya. Monitoring adalah pemantauan yang dapat dijelaskan sebagai kesadaran (*awareness*) tentang apa yang ingin diketahui, pemantauan berkadar tingkat tinggi dilakukan agar dapat membuat pengukuran melalui waktu yang menunjukkan pergerakan ke arah tujuan atau menjauh dari itu. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa terhadap proses berikut objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis antara lain tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan [6].

Monitoring merupakan pengawasan pada suatu variabel atau sistem yang bertujuan untuk mengamati keadaan secara *real time*. *Monitoring* dilakukan untuk mendeteksi jika akan terjadi suatu kegagalan atau gangguan pada sistem sehingga dapat meminimalkan gangguan tersebut. *Monitoring* selain berfungsi sebagai pengawasan juga berfungsi untuk merekam apa yang terjadi pada sistem yang dimonitor dalam bentuk data tabel maupun grafik yang ditampilkan dalam bentuk *display*.

Monitoring yang terdapat dalam sistem ini yaitu model merekam kejadian *flow* pada suatu PC. Penyimpanan dilakukan dengan menggunakan *software Delphi*. Keluaran dari atmega 32 (*output* dari sensor *flow*) yang terbaca akan tersimpan dan terekam pada PC berupa grafik dan database.

Sehingga dengan adanya hasil *monitoring* ini dapat dijadikan sebagai acuan atau pedoman jika ada sesuatu yang terjadi pada

input boiler karena variabel input air pada boiler ini sangat berpengaruh terhadap kerja boiler.



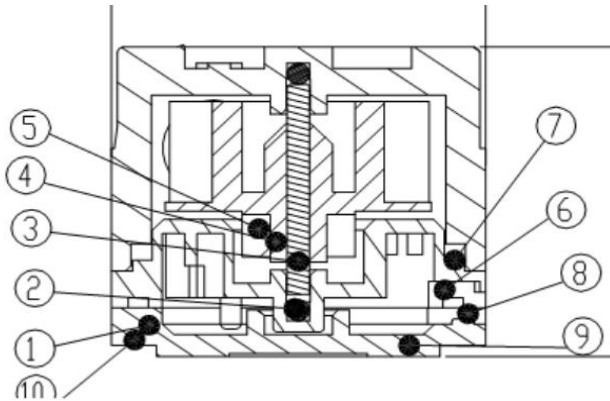
Gambar 2.2 Diagram blok *monitoring flow*.

2.4 Water Flow Sensor

Water Flow sensor terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek. Ketika air mengalir melalui, gulungan rotor-rotor. Kecepatan perubahan dengan tingkat yang berbeda aliran. Sesuai sensor hall efek output sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dc dan *Ground*. Perhatikan gambar di bawah ini. *Water flow sensor* kuningan ini pada dasarnya sistem kerjanya sama dengan *water flow sensor* sebelumnya, hanya saja pada *water flow sensor* ini bahan dasar menggunakan metal atau kuningan sehingga lebih awet dan tahan lama. Sistem kerja *water flow sensor* atau sensor flow air ini akan mengeluarkan output berupa signal pulsa, dalam *water flow sensor* terdapat roater yaitu semacam baling baling untuk pengukuran aliran air yang lewat.



Gambar 2.3 *Water flow sensor*^[7]



Gambar 2.4 Mekanik *water flow sensor*.

Tabel 2.1 Komponen Dalam *Water Flow Sensor*

No	Nama	Kuantitas	Material
1	<i>Valve body</i>	1	PA66+33% <i>glass fiber</i>
2	<i>Stainless steel bead</i>	1	<i>Stainless steel</i> SUS304
3	<i>Axis</i>	1	<i>Stainless steel</i> SUS304
4	<i>Impeller</i>	1	POM
5	<i>Ringmagnet</i>	1	Ferrite
6	<i>Middle ring</i>	1	PA66+33% <i>glass fiber</i>
7	<i>O-seal ring</i>	1	<i>Rubber</i>
8	<i>Electronic seal ring</i>	1	<i>Rubber</i>
9	<i>Cover</i>	1	PA66+33% <i>glass fiber</i>
10	<i>Screw</i>	4	<i>Stainless steel</i> SUS304

Adapun Spesifikasi dari *Watert Flow Sensor* adalah sebagai berikut:

- Bekerja pada tegangan 3VDC-18VDC
- Arus maksimum saat ini 10 mA
- Tingkat aliran rentang 2~ 45L / menit

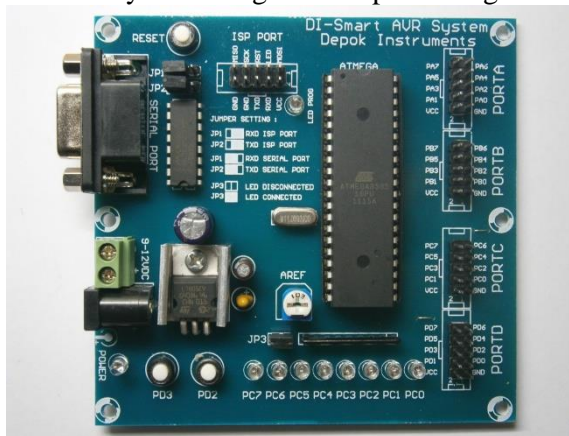
- d. Suhu pengoperasian $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}$
- e. Operasi kelembaban $35\% \sim 90\% \text{ RH}$
- f. Operasi tekanan bawah 1.75 Mpa

Prinsip kerja *water flow sensor* ini adalah dengan memanfaatkan fenomena dari *hall* efek yang terdapat pada *water flow sensor*. Peristiwa yang terjadi pada *hall* efek yaitu dengan adanya medan magnet terhadap partikel bermuatan yang bergerak, sehingga ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais maka pergerakan pembawa muatan akan akan berbelok ke salah satu arah yang akan menghasilkan medan listrik. Medan listrik yang semakin besar akan mengakibatkan gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan antara dua sisi divais tersebut dinamakan potensial *hall*. Potensial *Hall* sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melewati *device* ^[8].

2.5 Microcontroller ATmega 32

Microcontroller dan *microprocessor* mempunyai beberapa perbedaan. Jika ditelaah dari artinya maka, *microprocessor* adalah pengolah mikro sedangkan *microcontroller* adalah pengendali mikro. Dari pengertian diatas sebenarnya sudah bisa diketahui perbedaannya dimana *microprocessor* yang terdapat pada komputer seperti Intel Pentium, hanya dapat bekerja apabila terdapat komponen pendukung seperti RAM (*Random Access Memory*), *hard disk*, *motherboard*, perangkat I/O, dan sebagainya. Komponen-komponen tersebut diperlukan karena *microprocessor* hanya dapat melakukan pengolahan data, namun tidak dapat menyimpan data, menyimpan program, menerima masukan dari user secara langsung, ataupun menyampaikan data hasil pemrosesan ke keluaran. Berbeda dengan *microprocessor*, *microcontroller* sudah dilengkapi dengan komponen komponen yang dikemas dalam satu chip seperti memori, perangkat I/O, timer, ADC (*Analog to Digital Converter*), dan lain-lain. Hal ini membuat *microcontroller* lebih tepat untuk digunakan pada aplikasi *embedded system*. *Microcontroller AVR (Alf and Vegard's Risc processor)* standar memiliki arsitektur 8bit, dimana

semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit, dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. AVR berteknologi RISC (Reduced Instruction Set Computing). AVR dapat dikelompokkan menjadi empat 6 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT86RFxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya, yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, anda dapat mencoba ATmega8 atau ATtiny2313 dengan ukuran Flash Memory 2KB dengan dua input analog.



Gambar 2.5 Minimum System Atmega 32 ^[9]

Berikut adalah fitur yang terdapat pada *microcontroller* ATmega32 yaitu:

- Saluran I/O ada 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- ADC (Analog to Digital Converter) 10 bit sebanyak 8 channel.
- Tiga buah Timer/Counter.
- CPU yang terdiri dari 32 buah register.
- Memiliki 131 instruksi yang membutuhkan 1 siklus clock.
- Watchdog timer dengan osilator internal.
- Dua buah timer/counter 8 bit, satu buah timer/counter 16 bit.
- Tegangan operasi 2.7 V – 5.5 V pada ATmega 16L.

- Internal SRAM sebesar 1 KB.
- Memori flash sebesar 32KB dengan kemampuan Read While Write.
- Unit interupsi internal dan external.
- Port antarmuka SPI.
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- Antarmuka komparator analog.
- 4 channel PWM.
- 32x8 general purpose register.
- Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz.
- Port USART yang dapat diprogram untuk komunikasi serial.

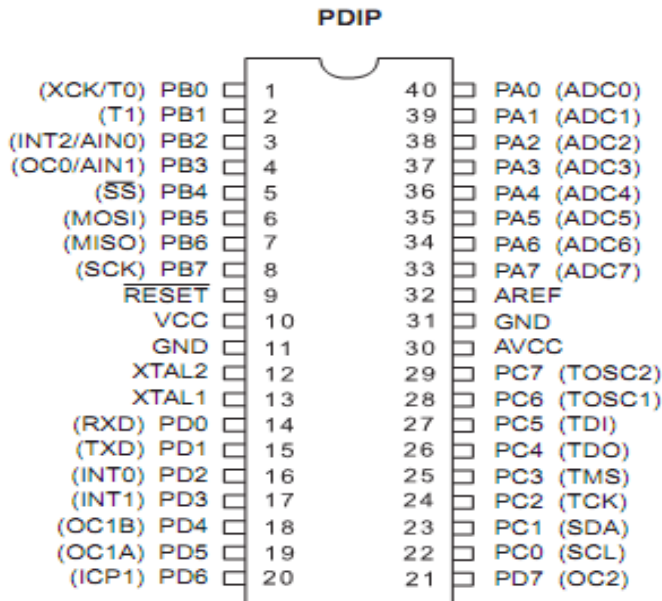
2.5.1. Konfigurasi PIN

ATmega32 adalah rendah daya CMOS 8-bit mikrokontroler AVR berdasarkan ditingkatkan arsitektur RISC. Dengan mengeksekusi instruksi yang kuat dalam satu siklus clock tunggal, ATmega32 mencapai throughputs mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan perancang sistem untuk mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan. Mikrokontroler memiliki beberapa port yang dapat digunakan sebagai *input/output* (I/O). Susunan kaki standar 40 pin DIP mikrokontroler AVR ATmega32 seperti Gambar 2.6.

Fungsi umum dari susunan pin microcontroller ATmega32 adalah sebagai berikut:

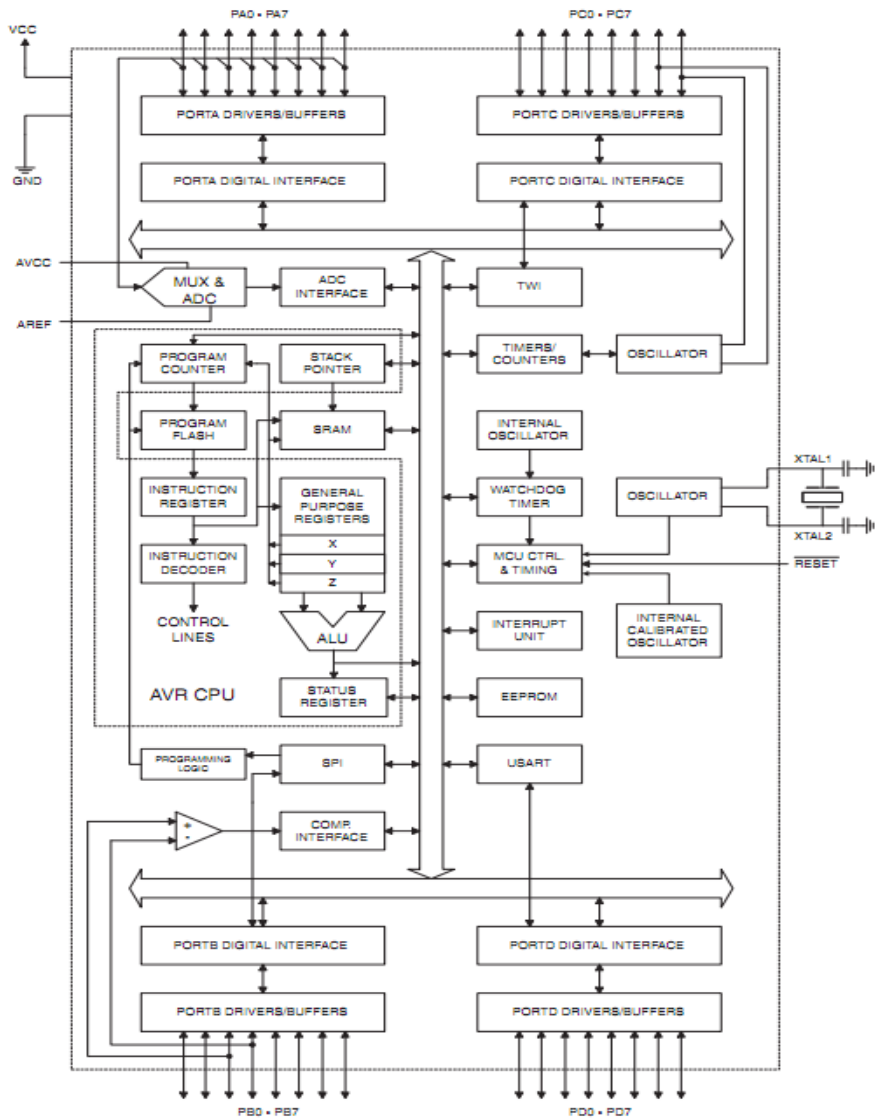
- VCC merupakan catu daya positif.
- GND sebagai pin ground catu daya negatif. 8
- Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin dari ADC.
- Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan fungsinya sebagai, timer/counter, komparator analog, dan SPI.
- Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan fungsinya sebagai, TWI, komparator analog, dan timer osilator.

- Port D (PDO..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan fungsinya sebagai, komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset microcontroller.
- XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin clock eksternal. Pada microcontroller membutuhkan sumber (clock) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat microcontroller tersebut.
- AVCC sebagai pin tegangan untuk ADC.
- AREF sebagai pin tegangan referensi.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Atmega 32 ^[10]

2.5.2 Diagram Blok Atmega 32



Gambar 2.7 Diagram Blok Atmega 32 ^[11]

Pada Gambar 2.3 dalam datasheet didasarkan pada simulasi dan *characterization microcontrollers AVR*, nilai tegangan pada ATmega32 adalah CMOS 8-bit daya rendah. Maka microcontroller akan meningkatkan Arsitektur RISC, dengan mengeksekusi instruksi dalam satu siklus. ATmega32 mencapai *throughputs* mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan system ini untuk mengoptimalkan konsumsi daya pada pengolahan kecepatan.

2.6 BASCOM AVR

Bahasa pemrograman basic banyak digunakan untuk aplikasi mikrokontroler karena kompatibel oleh mikrokontroler jenis AVR dan didukung dengan *compiler* pemrograman berupa *software* BASCOM AVR. Bahasa basic memiliki penulisan program yang mudah dimengerti walaupun untuk orang awam sekalipun, karena itu bahasa ini dinamakan bahasa basic. Jenis perintah programnya seperti *do*, *loop*, *if*, *then*, dan sebagainya masih banyak lagi.

BASCOM AVR sendiri adalah salah satu *tool* untuk pengembangan / pembuatan program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR . BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (*Integrated Development Environment*) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utamanya meng-*compile* kode program menjadi *file hex* / bahasa mesin, BASCOM AVR juga memiliki kemampuan / fitur lain yang berguna sekali seperti monitoring komunikasi serial dan untuk menanamkan program yang sudah di *compile* ke mikrokontroler.

BASCOM AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD. Intruksi yang dapat digunakan pada editor BASCOM AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan. Berikut ini adalah beberapa perintah intruksi-intruksi dasar yang digunakan pada BASCOM AVR ^[12].

Tabel 2.2 Intruksi Dasar BASCOM AVR

Intruksi	keterangan
DO....LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur
IF....THEN	Percabangan
FOR.....NEXT	Perulangan
WAIT	Waktu tanda detik
WAITMS	Waktu tanda mili detik
GOTO	Loncat ke alamat memori

**Gambar 2.8** *Software BASCOM AVR*

2.7 Delphi

Delphi adalah sebuah IDE (*Integrated Development Environment*). Produk ini pada awalnya dikembangkan oleh *CodeGear* sebagai divisi pengembangan perangkat lunak milik *Embarcadero*, divisi tersebut sebelumnya adalah milik *Borland*. Bahasa *Delphi*, atau dikenal pula sebagai *object pascal* (pascal dengan ekstensi pemrograman berorientasi objek (PBO/OOP)) pada mulanya ditujukan hanya untuk *Microsoft Windows*, namun saat ini telah mampu

digunakan untuk mengembangkan aplikasi untuk Mac OS X, iOS, Microsoft .NET framework.

Pada tanggal 8 Februari 2006, Borland mengumumkan akan melepas seluruh jajaran produk pengembangan aplikasi komputernya termasuk di antaranya Delphi, untuk itulah *Borland* membentuk perusahaan baru dengan nama *CodeGear* sehingga terpisah dari Borland. Saat ini Delphi menjadi bagian dari jajaran IDE milik *Embarcadero Technologies* setelah *Embarcadero Technologies* mengakuisisi *CodeGear*^[13].



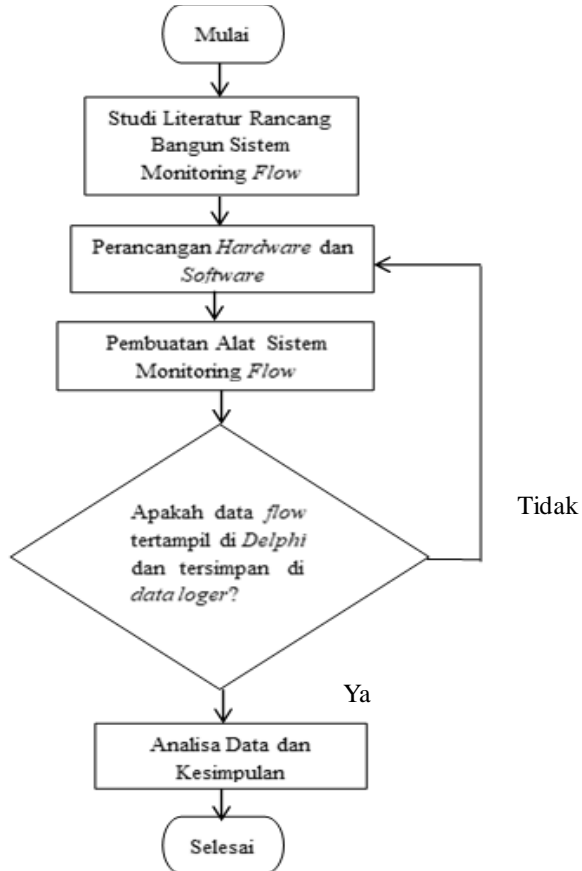
Gambar 2.9 Tampilan *Delphi* sebagai HMI

Perbedaan fitur yang utama antara Delphi, Kylix dengan IDE-IDE yang lain adalah keberadaan bahasanya (Bahasa pemrograman delphi), VCL/CLX (*Visual Component Library*), Penekanan konektifitas database yang sangat baik, dan banyaknya komponen-komponen pihak ketiga yang mendukungnya.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Alat

Pembuatan tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart perancangan alat

Adapun keterangan gambar 3.1 mengenai diagram alir dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Tinjauan Terhadap Sistem yang ada

Dilakukan tinjauan terhadap sistem monitoring *flow input water* berbasis HMI (*Human Machine Interface*) yang dahulu dicari kelemahannya dan membuat inovasi baru untuk merancang sistem monitoring *flow input water*.

b. Studi Literatur

Dilakukan studi untuk merancang alat dengan mencari konsep-konsep dan materi sebanyak-banyaknya yang sesuai dengan alat rancang bangun sistem monitoring *flow input water* berbasis HMI (*Human Machine Interface*).

c. Perancangan *Hardware* dan *Software*

Dilakukan perancangan sistem monitoring *flow input water* berbasis HMI (*Human Machine Interface*) dengan perancangan *hardware* seperti perancangan mekanik alat. Perancangan *software* seperti perancangan *interface* dan *record* data hasil monitoring.

d. Pembuatan Alat Sistem Monitoring *Flow*

Dilakukan pembuatan sistem monitoring *flow input water* berbasis HMI (*Human Machine Interface*), pembuatan sistem monitoring dilakukan dengan membuat *Hardware* dan *software* dari perancangan sistem monitoring.

e. Pengujian Alat

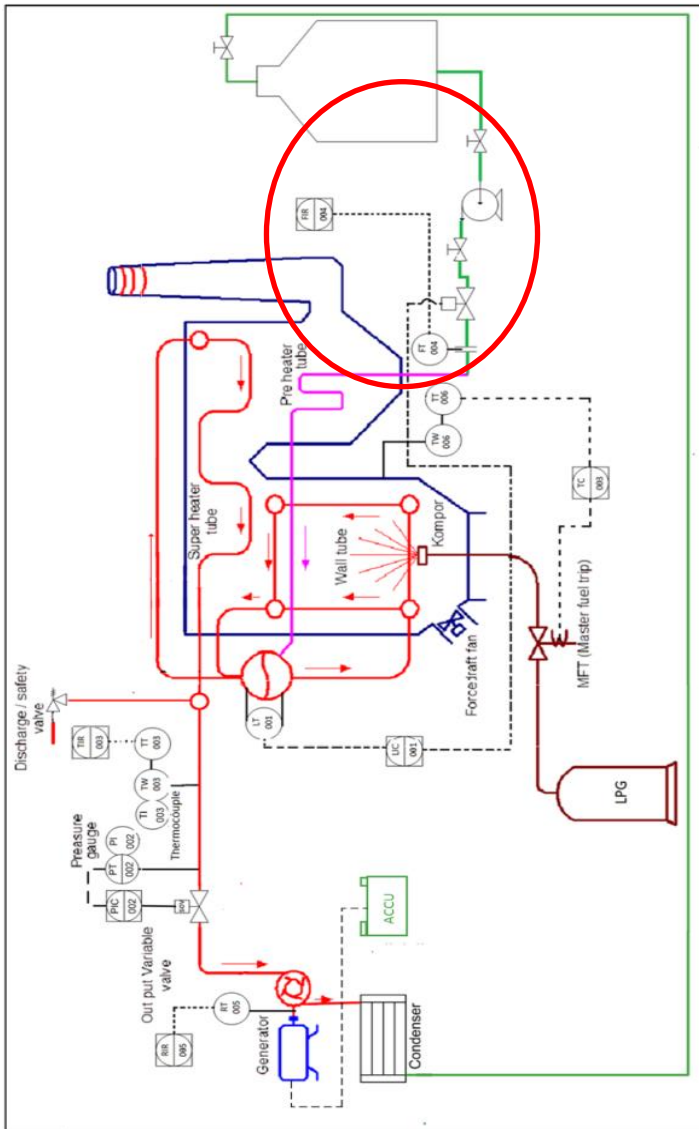
Dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat apabila belum sesuai dengan yang diinginkan maka akan dikembalikan ke perancangan *hardware* dan *software*.

f. Analisis Kinerja Sistem Monitoring

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen apakah sesuai dengan perancangan *hardware* dan *software* dari hasil pengukuran, apabila tidak sesuai maka akan dilakukan evaluasi terhadap perancangan sistem monitoring.

3.2 Perancangan Boiler

Boiler yang dirancang terdiri dari banyak *equipment*, seperti tangki *feedwater*, boiler, turbin. Berikut adalah *Piping & Instrumentation Diagram* Boiler.



Gambar 3.3 Piping & Instrumentation Diagram Boiler

Dari gambar 3.2 diatas dapat dilihat proses pada boiler. *Boiler Feedwater* digunakan untuk memompa air dari tangki penampung ke *economizer* sebelum bawa ke *steam drum*. *Economizer* atau serangkaian pipa yang digunakan untuk memanaskan air (awal) sebelum air masuk kedalam *SteamDrum* agar panas air yang masuk hampir sama dengan temperatur air didalam *steam drum* sehingga tidak terjadi shock temperatur (*thermal shock*). *Economizer* terletak dibagian belakang boiler dimana proses pemanasannya dengan memanfaatkan aliran panas gas buang sebelum dibuang ke. *Wall tube* adalah serangkaian pipa yang mengelilingi dinding *furnace* boiler. Akibat panas pembakaran air di dalam *wall tube* mendidih dan terbentuklah gelembung-gelembung steam dan karena berat jenisnya akan naik keatas dan di tampung di *steam drum*. *Steam Drum* merupakan Penampungan air dari *economizer* dan akan masuk ke *wall tube* melalui *down comer*. *Super heater steam* adalah serangkaian pipa yang dipakai untuk mengeringkan uap yang keluar dari *steam drum* (pemanas lanjut) sebelum uap masuk ke turbin. Turbin dan *electric generator*. Di turbine *energi thermal* yang terkandung didalam steam (berupa panas dan tekanan) dirubah menjadi energi mekanik (*mechanical energy*) berupa putaran rotor turbin. Pada *electric generator* terjadi perubahan energi mekanik ke energi listrik.

Rancang Bangun Sistem Monitoring *Flow Input Water* berada pada setelah tangki dengan penempatan sensor setelah pompa, hal ini digunakan untuk mengetahui seberapa laju aliran yang keluar dari pompa untuk mengisi boiler.

3.3 Perancangan *Hardware*

Pada tugas akhir rancang bangun *miniplant* boiler ini, dilakukan pembuatan mekanik sesuai desain yang telah dirancang. Pada gambar 3.3 ini terlihat perancangan mekanik boiler.



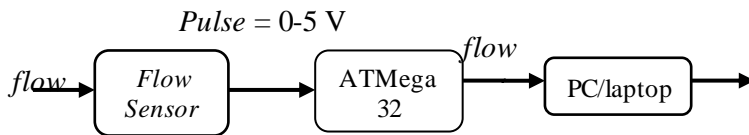
Gambar 3.3 Kontruksi Mekanik Boiler

Dapat dilihat pada gambar 3.3 gambar alat *mini plant* boiler yang telah selesai. Pastikan bahwa boiler yang akan di *running test* tidak terdapat kebocoran pada pipa-pipa yang menghubungkan antar komponen maupun pada *tube-tube* boiler. Boiler yang dirancang terdiri dari banyak bagian seperti tangki *feedwater*, boiler, turbin, dan alternator. *Control panel* sebagai pusat kontrol dari semua sistem pada *mini plant* boiler ini .

Untuk pembakaran di dalam *furnace*, pada tugas akhir ini digunakan *burner* dengan bahan bakar LPG 12 Kg. Terdapat bagian-bagian yang penting seperti *burner* yang dilengkapi dengan FD Fan untuk mengatur arah pembakaran, *steam drum* yang dilengkapi indikator *level sight glass*, *superheater* dengan indikator *pressure gauge*. Kondisi boiler ini baik dan tanpa kebocoran. Dari boiler ini, dari temperatur $\pm 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ dapat dihasilkan *pressure steam output* ± 4 bar.

3.4 Perancangan Sistem *Monitoring Flow Input Water*

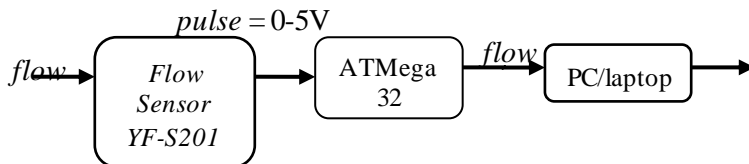
Perancangan sistem *monitoring flow* pada umumnya adalah seperti yang terdapat skema diagram blok seperti pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Diagram blok *monitoring flow*

Sesuai dengan yang terskema pada Gambar 3.4 bahwa rancang bangun *monitoring flow* pada boiler tersusun dari sensor yang langsung kontak dengan variabel *flow*. *Output* dari sensor masuk ke atmega 32 (pengondisian sinyal) kemudian *output* dari atmega 32 tersebut diproses dan di tampilkan ke PC dengan menggunakan *software Delphi*. Sensor yang digunakan yaitu *Water Flow Sensor*. *Water flow sensor* adalah sensor yang keluarannya berupa sinyal digital. Sinyal digital yang keluar dari sensor akan diproses di atmega 32 kemudian diprogram dan ditampilkan ke PC. Pada diagram blok *monitoring flow* penelitian ini untuk pengondisian dan pemrosesan sinyal yang berperan adalah atmega 32. Berikut adalah penjelasan detail untuk konfigurasi dan *integrasi* setiap instrumen tersebut. Rancang Bangun Sistem Monitoring *Flow Input Water Boiler*, adalah sebuah rangkaian *instrument* dari beberapa komponen mekanik dan elektrik yang membentuk suatu sistem pengendalian pada miniplant, yang bertujuan untuk mengetahui *flow* atau debit yang pada boiler. Berikut adalah *design* sistem *monitoring flow input water* yang lama dan yang baru.

3.4.1 Perancangan Sistem *Monitoring Flow Input Water* yang sebelumnya.



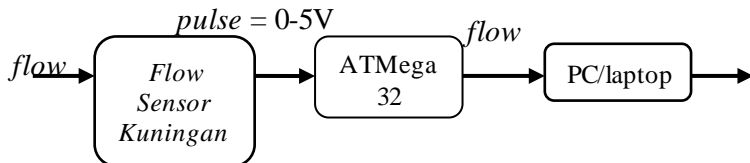
Gambar 3.5 Diagram blok *monitoring flow* sebelumnya



Gambar 3.6 Perancangan *hardware flow input* boiler lama.

Pada gambar 3.5 *Hardware alat monitoring flow* boiler yaitu tersusun dari tangki *input* yang terhubung ke pompa dan sensor *flow* (*water flow sensor*). Pada perancangan *hardware boiler* yang lama menggunakan *water flow sensor YF-S201*

3.4.2 Perancangan Sistem *Monitoring Flow Input Water* yang sekarang



Gambar 3.7 Diagram blok sistem monitoring *flow* saat ini

Pada gambar 3.5 *design flow input* boiler masih menggunakan *water flow sensor* dengan bahan plastik yang memiliki ketahanan terhadap temperatur kurang dari 80°C. Karena untuk menghasilkan steam boiler memerlukan temperatur lebih dari 100°C maka pada gambar 3.8 *design flow input* boiler yang baru menggunakan *water flow sensor* jenis kuningan dengan spesifikasi tahan terhadap temperatur tinggi.

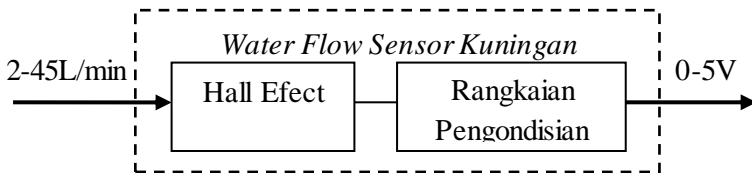


Gambar 3.8 Perancangan *hardware flow input* boiler baru.

- Perancangan *Water Flow Sensor*

Sensor *flow* pada plant dipasang secara horizontal dengan pemasangan sesudah pompa. Pemasangan *water flow sensor* dipasang secara horizontal dengan ukuran sensor $\frac{3}{4}$ inch. Water Flow Sensor ini memiliki beberapa kelebihan yaitu terbuat dari kuningan sehingga tahan terhadap temperature tinggi, anti karat selamanya (cocok untuk segala jenis cairan), dan tahan tekanan tinggi (maksimal tekanan 1,47 Mpa). Water Flow Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Bekerja pada tegangan 3VDC-18VDC
- Arus maksimum saat ini 10 mA
- Tingkat aliran rentang 2- 45L / menit
- Suhu pengoperasian 0°C - 100°
- Operasi kelembaban 35%-90% RH
- Operasi tekanan bawah 1.75 Mpa



Gambar 3.9 Rangkaian Blok Diagram Sensor

Water flow sensor ini memiliki 3 kabel yaitu kabel merah disambungkan ke vcc, kuning ke *output*, dan hitam ke *ground*. *Output* dari sensor diletakkan pada PORT D bit 2 pada mikrokontroller atmega 32. PORT D bit 0 dan PORT D bit 1 disambungkan ke RS 232 untuk koneksi dengan laptop/PC untuk HMI (*Human Machine Interface*).

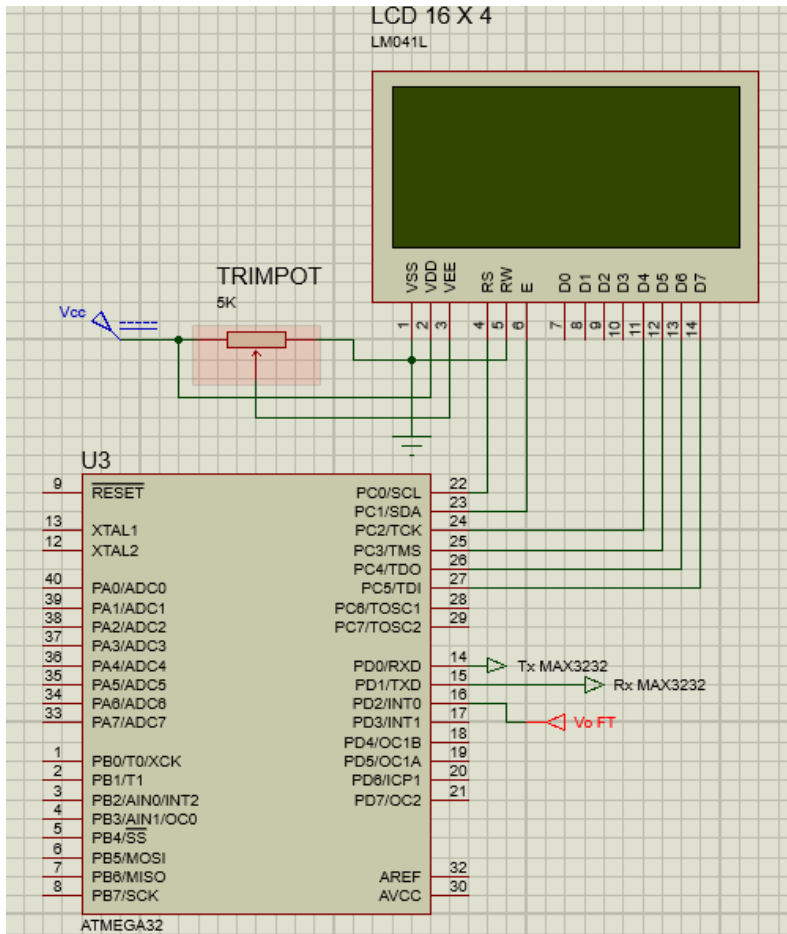


Gambar 3.10 *Water Flow Sensor*

Water flow sensor ini memiliki 3 kabel yaitu kabel merah disambungkan ke vcc, kuning ke *output*, dan hitam ke *ground*.

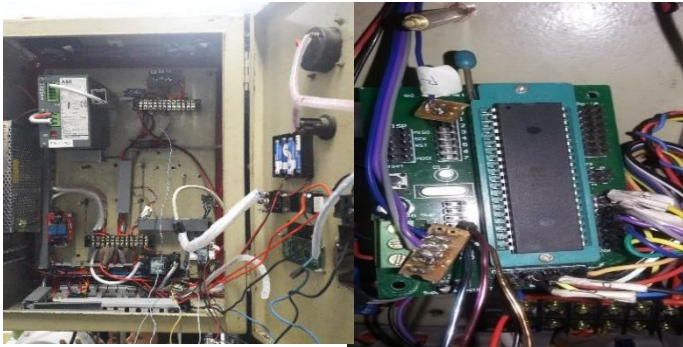
- Perancangan Kontroller

Mikrokontroller yang digunakan pada rancang bangun sistem monitoring *flow input water* ini yaitu mikrokontroller atmega 32. Mikrokontroller atmega 32 memiliki 4 port yaitu PORT A, PORT B, PORT C, dan PORT D. *Output* pada *Water Flow Sensor* di sambungkan ke atmega 32 yang terdapat pada *control panel*. Perancangan mikrokontroller atmega 32 ini mencakup 3 sistem monitoring yang ada pada boiler yaitu monitoring *flow input water*, monitoring suhu pada *steam output*, dan monitoring rpm pada turbin sehingga memudahkan dalam perancangan mikrokontroller dan menghemat biaya. Pada mikrokontroller atmega 32 *Water Flow Sensor* terpasang pada port D bit 2



Gambar 3.11 Skematik Wiring Mikrokontroler Atmega 32

Pada gambar 3.11 dapat dilihat bahwa konfigurasi pin mikrokontroler atmega 32 pada PORT C digunakan untuk pembacaan *flow* pada LCD 16x4. Sedangkan PORT D digunakan untuk *output* dari *water flow sensor* dan untuk koneksi dengan RS-232 untuk disambungkan ke laptop/PC.

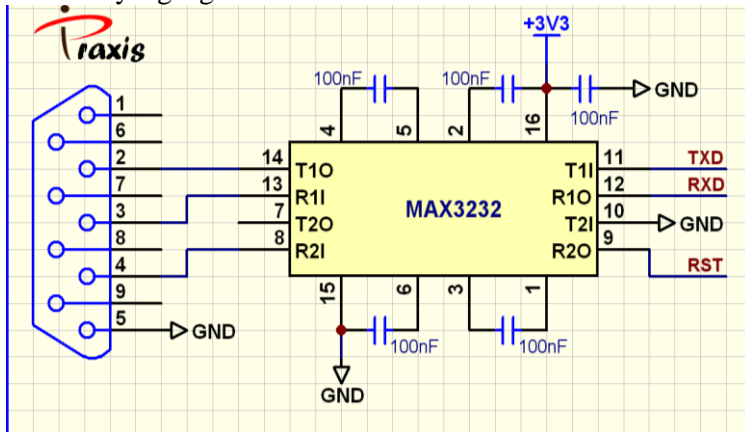


Gambar 3.12 Mikrokontroler Atmega 32 pada *control panel*

Mikrokontroler atmega 32 pada control panel yang tersambung kemudian disambung ke PC untuk menampilkan pengukuran *flow* ketika *plant* dijalankan.

- Rangkaian Antarmuka RS232

RS232 adalah *standard* komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi periperal ke periperal. Biasa juga disebut dengan jalur I/O (*input/output*). Berikut adalah rangkaian RS232 yang digunakan :



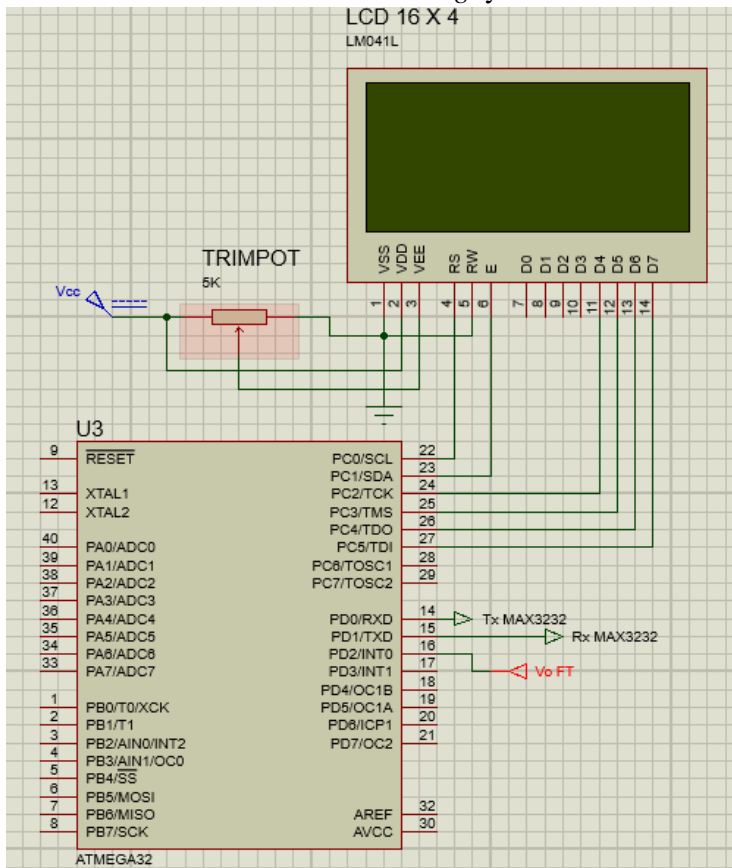
Gambar 3.13 Rangkaian Antarmuka RS232

Fungsi dari *serial port* RS232 adalah untuk menghubungkan/koneksi dari perangkat yang satu dengan

perangkat yang lain, atau peralatan standart yang menyangkut komunikasi data antara komputer dengan alat-alat pelengkap komputer. RS 232 digunakan untuk menghubungkan koneksi dari mikrokontroller atmega 32 ke PC/laptop untuk HMI (*Human Machine Interface*) sebagai visualisasi dari *flow* yang mengalir.

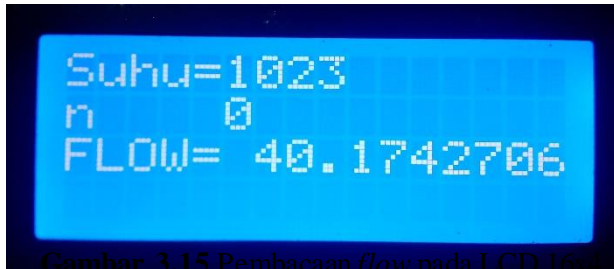
- Perancangan LCD 16x4

Indikator yang digunakan untuk pembacaan *flow* yaitu pada LCD ukuran 16x4. Berikut skematik *wiring*nya :



Gambar 3.14 Skematik Wiring LCD 16x4

Pada gambar 3.12 Lcd 16x4 memiliki beberapa pin yaitu VSS, VDD, RS,RW, E, D1,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7. RS disambungkan pada PORTC bit 0, E = PORT C bit 1, D4= PORT C bit 2, D5 = PORT C bit 3, D6 = PORTC bit 4, D7= PORT C bit 5.



Gambar 3.15 Pembacaan *flow* pada LCD 16x4

Pada gambar 3.15 pembacaan *flow* terletak pada lokasi (x,y) = (3,1).

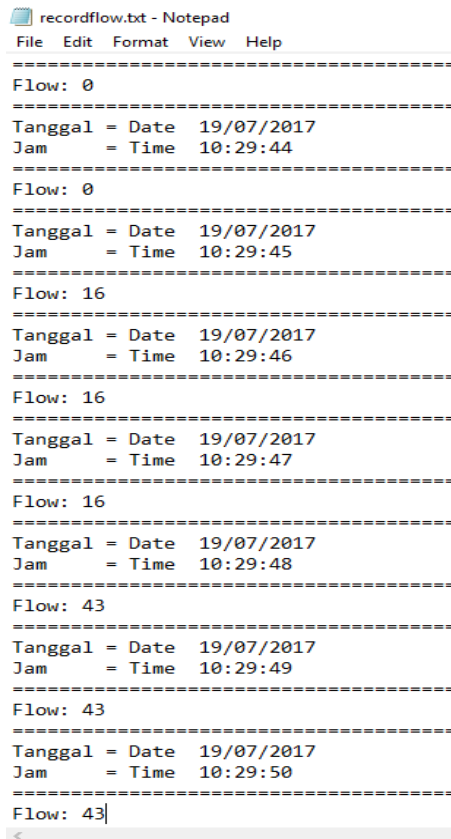
- Perancangan *Data Logger*

Pada pembacaan *flow* ketika plant dinyalakan akan tersimpan setiap detik pada data logger yang terletak didatabase laptop. Perancangan data logger dirancang pada software *Delphi*.

```
procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var
  F: TextFile;
begin
  AssignFile(F, 'D:\recordflow.txt');
  Append(F);
  WriteLn(F, '=====');
  WriteLn(F, 'Tanggal = ',label17.Caption);
  WriteLn(F, 'Jam    = ',label18.Caption);
  WriteLn(F, '=====');
```

Gambar 3.16 Coding *data logger*

Pada gambar 3.16 *data loggerflow* tersimpan pada laptop *local disk D* dengan bentuk *textfile* yang tersimpan dalam bentuk *notepad* dengan nama *file recordflow*. Berikut adalah hasil data logger pada laptop yang sudah tersimpan.



```

recordflow.txt - Notepad
File Edit Format View Help
=====
Flow: 0
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:44
=====
Flow: 0
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:45
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:46
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:47
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:48
=====
Flow: 43
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:49
=====
Flow: 43
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:50
=====
Flow: 43|

```

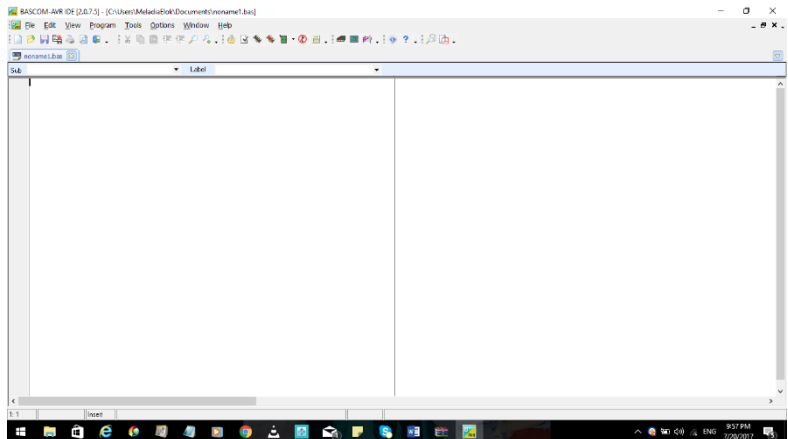
Gambar 3.17 Data Logger pada laptop

Pada gambar 3.17 Pembacaan *flow* setiap detik nya pada tanggal 19 Juli 2017 otomatis tersimpan pada recordflow.txt pada local disk D.

3.5 Perancangan Software

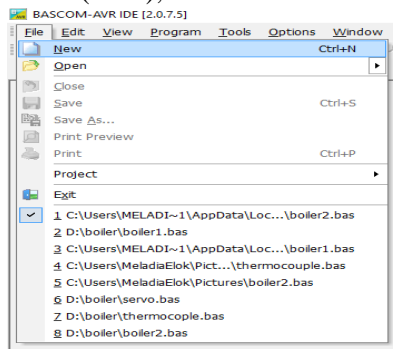
Perancangan sistem *monitoring flow* boiler menggunakan *software Bascom AVR*. *Software Bascom AVR* digunakan untuk memprogram pembacaan dari sensor *flow*. Berikut langkah-langkah untuk membuat program di Bascom AVR :

1. Buka software BASCOM AVR



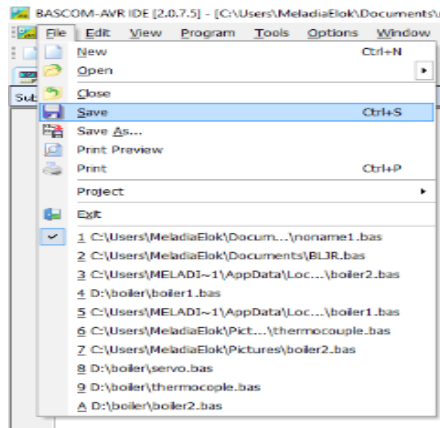
Gambar 3.18 Tampilan Bascom AVR

2. Pada Menu Bar (Atas), click File >> New



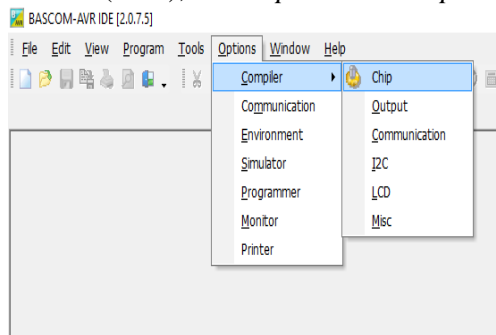
Gambar 3.19 Membuka halaman *text editor* baru

3. Pada dialog box Save As, beri nama terserah, dianjurkan untuk menyimpan 1 project/ firmware dalam 1 direktori berbeda, karena setelah dikompile nanti akan muncul file-file tambahan lainnya, sehingga lebih mudah mengorganisasikannya. *Click Save.*



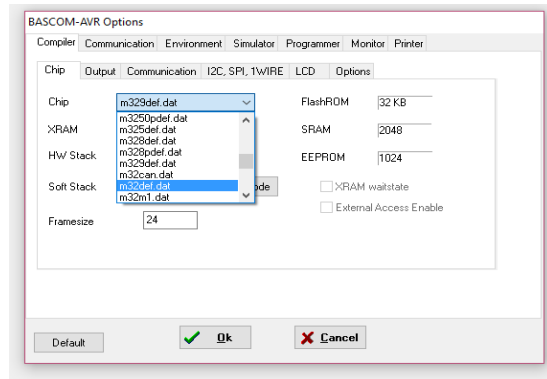
Gambar 3.20 Penyimpanan file Bascom AVR

4. Pada Menu Bar (Atas), click *Option* >> *Compiler* >> *Chip*



Gambar 3.21 Memilih Chip Atmega

5. Pada dialog box *Option*, pada menu bar click *Chip* >> *Chip*: sesuai dengan mikrokontroler yang sedang dikerjakan, contoh disini adalah ATMEGA-32, maka pilih m832ef.dat.



Gambar 3.22 Memilih Atmega 32

6. Membuat program BASIC

```

Q = Encounter / 60
Q = Q / 8.1
Q = Q * 65.3
Qx = Q

Set PORTD 6
Waitas Wtime
Locate 4, 1
Lcd "FLOW= " ; Q ; " L/min"
Reset PORTD 6
Waitas Wtime

Print Qx : "a"
Print Maxdata : "b"
Print Encounter2 : "c"

Encounter = 0
Encounter2 = 0

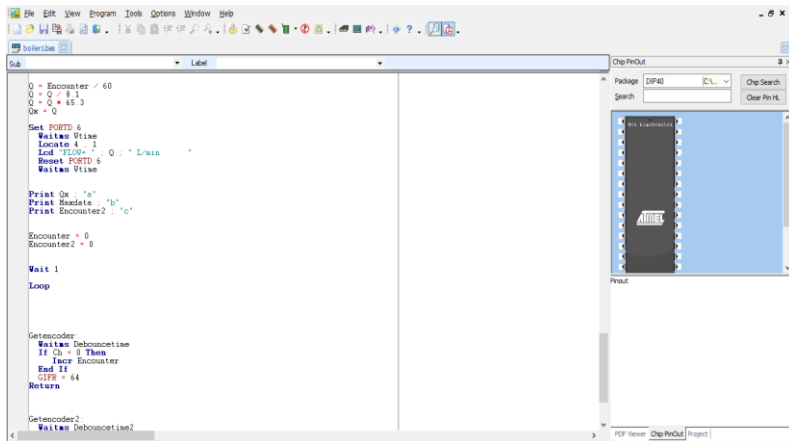
Wait 1
Loop

Getencoder
Waitas Debouncetime
If Ch = 0 Then
    Incr Encounter
End If
GIFR = 64
Return
  
```

Gambar 3.23 Tampilan coding program

7. Berikut adalah tampilan dari *software bascom AVR* yang dapat dilihat pada gambar 3.4. Fungsi dari *software bascom* ini adalah untuk mentransfer data dari keluaran sensor ke program *Delphi*. Dimana keluaran dari *water*

flow sensor berupa sinyal pulsa yang akan dikonversi ke debit yang sesuai dengan *datasheet* dari sensor.



Gambar 3.24 *Software Bascom AVR*

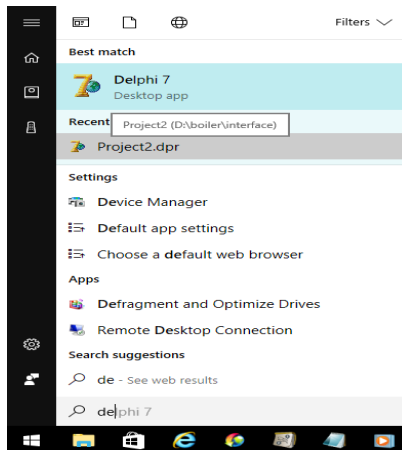
3.6 Perancangan Integrasi

Setelah *hardware* dan *software* terbuat maka langkah selanjutnya adalah integrasi antara *hardware* dan *software*. Penggabungan antara tangki air , pompa, atmega 32 dan PC yang telah terdapat *software* tampilan dari program *Delphi*. Dimana pada tampilan dapat diketahui nilai debit per jam dan grafik dari debit yang mengalir ke boiler.

Data yang muncul pada program *Delphi* kemudian di *record* sehingga dapat dihat sewaktu-waktu. Data yang tersimpan pada terdapat nilai debit per jam ,waktu dan hari terjadi aliran ketika *plant* dijalankan.

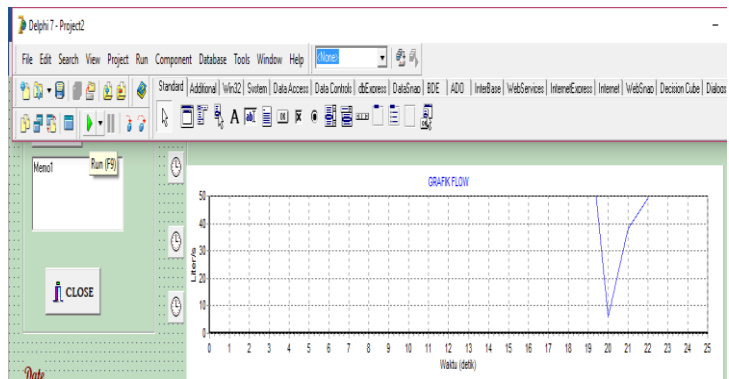
Berikut langkah-langkah untuk menjalankan visualisasi HMI (*Human Machine Interface*) :

1. Buka *Project* yang telah dibuat dengan cara *click start>>project2*



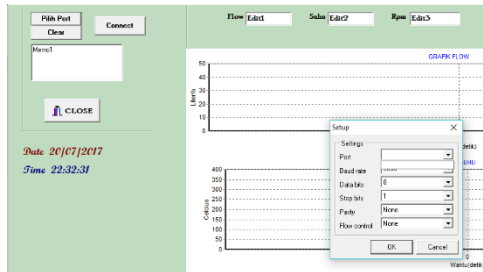
Gambar 3.25 Tampilan untuk membuka *delphi*

2. Akan muncul tampilan grafik *real time flow* namun belum terkoneksi . Untuk mengkoneksikan dengan mikrokontroller atmega 32 , *click run* pada jendela bar yang atas.



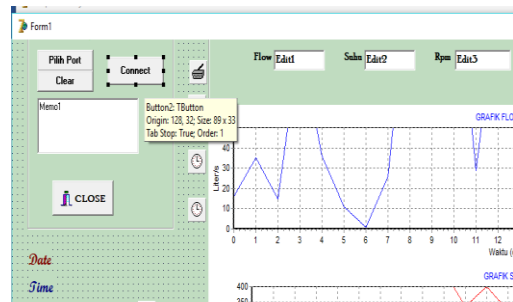
Gambar 3.26 Tampilan grafik *real time flow*

3. *Click pilih port*>>OK.



Gambar 3.27 Tampilan untuk pilih port

4. Click *connect*



Gambar 3.28 Tampilan untuk koneksi interface

5. Tampilan grafik *real time flow*



Gambar 3.29 Tampilan monitoring flow pada Delphi.

Data yang muncul pada program *Delphi* kemudian di *record* sehingga dapat dilihat sewaktu-waktu. Data yang tersimpan pada terdapat nilai debit per jam, waktu dan hari terjadi aliran ketika *plant* dijalankan.

3.7 Prosedur

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu dengan pengujian pada alat sensor dan pengujian langsung terhadap sistem *monitoring* pada boiler.

3.7.1 Prosedur Pengujian Sensor (*Water Flow Sensor*)

Prosedur yang digunakan untuk pengujian sensor adalah sebagai berikut:

a. Peralatan

- *Feedwater*
- *Pewaktu (Stopwatch)*
- PC yang terinstal *software bascom AVR*

b. Prosedur Pengujian

- Semua peralatan disiapkan
- Pengambilan data dilakukan untuk dua macam pembacaan. Skala pembacaan yang digunakan yaitu bukaan valve 50% dan 100%
- Air yang telah diukur pada gelas beaker dipompa ke sensor yang terhubung ke PC
- Ketika mulai menyalakan pompa air ke sensor diberi pewaktu
- Pembacaan debit yang terekam pada PC dibandingkan dengan perhitungan debit secara teori
- Setelah pengambilan data untuk pembacaan naik dan turun dicari nilai koreksi, error, akurasi dan presisi dengan rumus.

3.7.2 Prosedur Kalibrasi Sistem Monitoring flow Boiler

Adapun prosedur kalibrasi dari sistem *monitoring flow* yang menggunakan sensor *water flow sensormeter* adalah sebagai berikut:

a. Peralatan

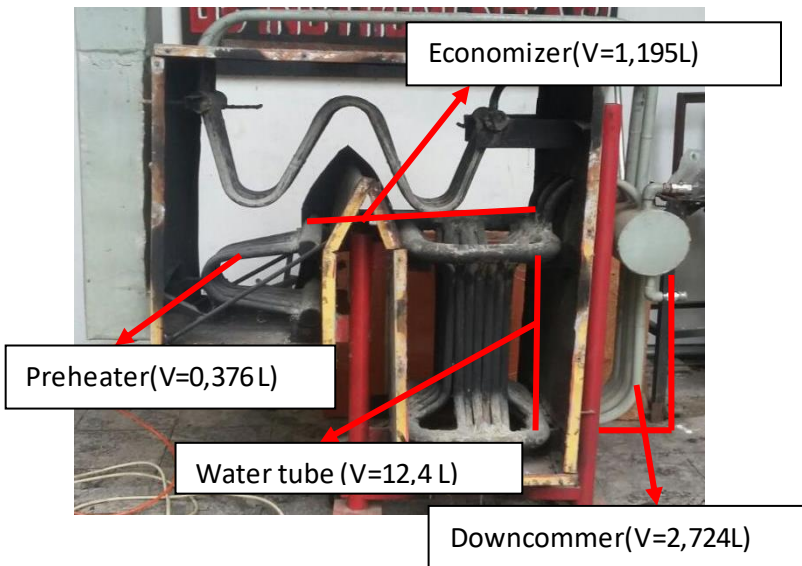
Peralatan yang digunakan untuk kalibrasi terlebih dahulu disiapkan yaitu antara lain:

- Alat tulis
- Busur
- Pewaktu

b. Prosedur kalibrasi

Prosedur kalibrasi dari alat ukur *flow* adalah dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- Hitung nilai volume boiler seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.30 Dimensi ukuran volume rangka boiler

Dari gambar 3.28 diatas diperoleh perhitungan volume boiler sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{economizer} &= 1,195 \text{ L} \\
 V_{downcomer} &= 2,724 \text{ L} \\
 V_{water\ wall} &= 12,4 \text{ L} \\
 V_{preheater} &= 0,376 \text{ L} \\
 V_{feedwater} &= 0,197 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume diatas menggunakan rumus tabung dengan menggunakan alat ukur meteran untuk memudahkan pengukuran berlangsung. Dapat diketahui nilai volume pada boiler sampai ke stam drum sebesar 16,892 L.

- Semua peralatan yang dibutuhkan dipersiapkan
- Range pengukuran bukaan valve ditentukan ditentukan
- Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali setiap bukaan valve
- Hasil pengukuran pembacaan data dan perhitungan rumus dicatat pada keadaan waktu yang sama.
- Koreksi dari hasil pengukuran dihitung ,yaitu dengan cara:

$$X_i = M - m \quad (1.1)$$

dengan:

X_i = koreksi

M = pembacaan standart

m = pembacaan alat

- *Standard deviasi* dihitung, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (X_i - X')^2}}{n - 1} \quad (1.2)$$

dengan :

X_i = koreksi alat ukur

X' = rata-rata koreksi

n = banyak range pengukuran

- Ketidakpastian U_{a1} dihitung dengan persamaan:

$$U_{a1} = \frac{\sigma_{maks}}{\sqrt{n}} \quad (1.3)$$

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat

Hasil pengujian alat dari tugas akhir *monitoring flow* yang menggunakan sensor *Water Flow Sensor* didapatkan nilai pengujian sensor dan pengujian pada *plant* seperti berikut:

4.1.1 Pengujian Mikrokontroller Atmega 32

Pengujian minimum sistem ini dilakukan terdiri dari pengujian chip.

Tujuan :

1. Memastikan Atmega 32 dapat berfungsi dengan baik.
2. Memastikan apakah *board* bisa dibaca.

Peralatan :

1. Rangkaian Mikrokontroller Atmega 32
2. DC power supply 5 volt

Persiapan :

1. Pasang rangkaian mikrokontroller ke rangkaian kabel USB.
2. Buka *software* Bascom AVR

```
Q = Encounter / 60
Q = Q / 8.1
Q = Q * 65.3
Qx = Q

Set PORTD 6
Waitms Wtime
Locate 4, 1
Lcd "FLOW : Q : " Lmi
Reset PORTD 6
Waitms Wtime

Print Qx : "a"
Print Maxdata : "b"
Print Encounter2 : "c"

Encounter = 0
Encounter2 = 0

Wait 1
Loop

Getencoder:
Waitms DebounceTime
If Ch = 0 Then
  Incr Encounter
End If
GIFR = 64
Return

Getencoder2:
Waitms DebounceTime2
```

Gambar 4.1 Bascom AVR

Pada program di gambar 4.1 yaitu untuk mengubah Q menjadi nilai yang telah dikalibrasi menggunakan rumus :

$$Q = \text{encounter}/60$$

$$Q = Q/8.1$$

$$Q = Q * 56.3$$

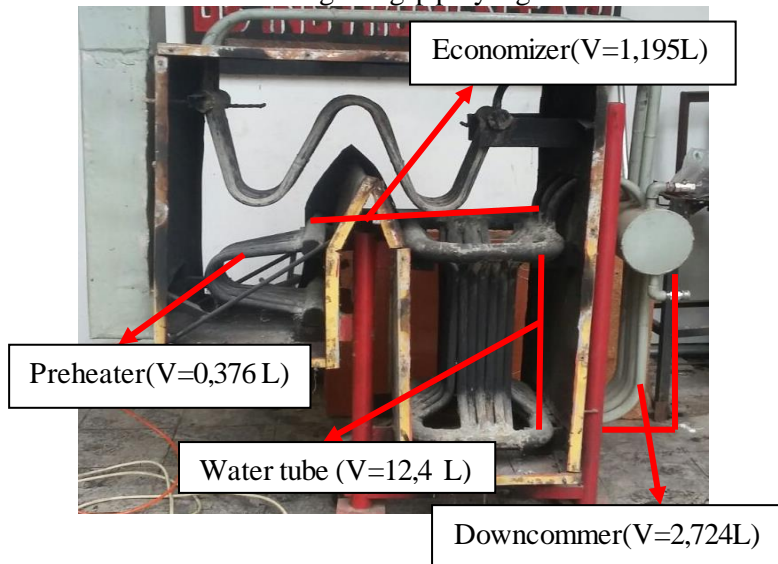
$$Q_x = Q$$

Maksud dari rumus diatas yaitu yang dimaksud dengan *encounter* adalah jumlah pulsa yang dihasilkan oleh *water flow sensor* kemudian dibagi 60 untuk membaca per sekon. Q dikalikan dengan nilai kalibrasi yang telah diperoleh agar sesuai dengan pembacaan alat.

4.1.2 Pengujian Alat Sensor

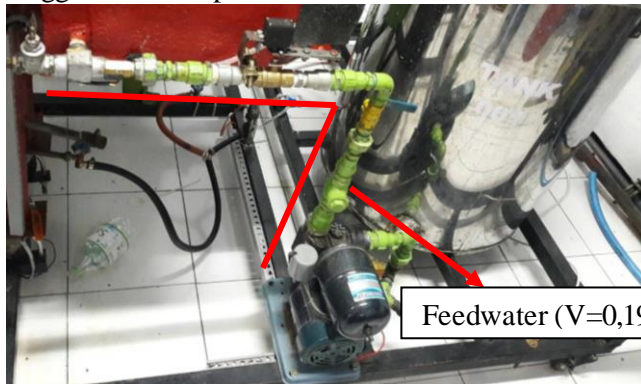
Pengujian terhadap alat water flow sensor sebelumnya dihitung dulu volume boiler seperti pada gambar 4.2

1. Volume pada boiler dihitung melalui dimensi ukuran boiler dengan menggunakan meteran kain untuk memudahkan menghitung pipa yang tidak rata.



Gambar 4.2 Ukuran Volume Boiler

2. Setelah didapatkan nilai volume pada boiler maka hitung volume pipa yang dilalui air mulai dari tangki feedwater hingga masuk ke preheater.



Gambar 4.3 Pipa *feedwater*

3. Dari volume boiler dan volume *feedwater* didapatkan volume sebagai berikut :

$$V_{economizer} = 1,195 \text{ L}$$

$$V_{downcomer} = 2,724 \text{ L}$$

$$V_{watertube} = 12,4 \text{ L}$$

$$V_{preheater} = 0,376 \text{ L}$$

$$V_{feedwater} = 0,197 \text{ L}$$

+

$$V_{total} = 16,892 \text{ L}$$

Berikut adalah data analisa dari pengujian sensor yang dilakukan dengan pengambilan data untuk pembacaan naik dan turun. Pengukuran Sensor dengan menggunakan variabel bukaan *valve* yang berbeda untuk pembacaan *flow* dengan acuan *setpoint level* sebesar 6,5cm.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Debit Standar

No.	Volume (liter)	Bukaan Valve (%)	Debit STD (liter/menit)
1	16,892	100%	39.2
2		75%	36.72
3		50%	30.16
4		25%	11.64

Pada tabel 4.1 didapatkan nilai volume dari pengukuran volume boiler yaitu 16,892 L. Pada saat *servo operating valve* diatur bukaan valvenya di 100%, 75%, 50%, dan 25 harus diatur menggunakan busur agar pengukuran yang dilakukan tepat dan benar sesuai yang diinginkan.

4.1.3 Uji *Flow* pada *Plant Sistem Monitoring Flow*

Uji pada plant system monitoring flow ini dilakukan ketika boiler dinyalakan terlebih dahulu pembakaran pada *burner* setelah itu pompa baru dinyalakan. Setelah pompa dinyalakan maka *flow* pada LCD 16x4 akan tertampil juga pada *record* data pada laptop.

Di dapatkan data dengan mengukur *flow* pada ketinggian *input* air yang berbeda adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{v}{t} \quad (1.4)$$

Tabel 4.2 Data Pengujian Sensor *Water Flow*

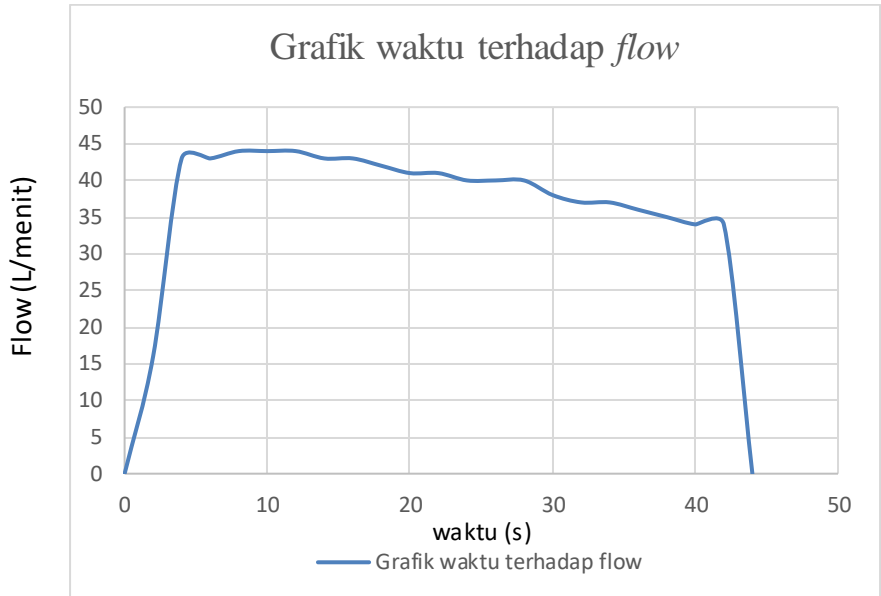
No.	Pembacaan STD (liter/menit)	Rata-Rata Pembacaan Alat (liter/menit)			Koreksi
		Naik	Turun	Rata-Rata	
1	39.2	40.1	39.65	39.875	-0.675
2	36.72	35.6	36.25	35.925	0.795
3	30.16	30.51	30.2	30.355	-0.195
4	11.64	10.42	11.5	10.96	0.68
Jumlah	117.72				0.605
Rata-rata	29.43				0.151

Dari data pada tabel 4.2 diatas dapat dilihat range pengukuran yaitu 11,64-39,2 liter/menit dengan nilai rata-rata pembacaan alat dengan pembacaan standar terdapat koreksi rata-rata 0,151 sehingga penyimpangan antara pembacaan standard dan pembacaan alat tidak terlalu jauh.

Tabel 4.3 Data Pengujian Sistem

Detik- ke	Flow (L/menit)
0	0
2	16
4	43
6	43
8	44
10	44
12	44
14	43
16	43
18	42
20	41
22	41
24	40
26	40
28	40
30	38
32	37
34	37
36	36
38	35
40	34
42	34
44	0

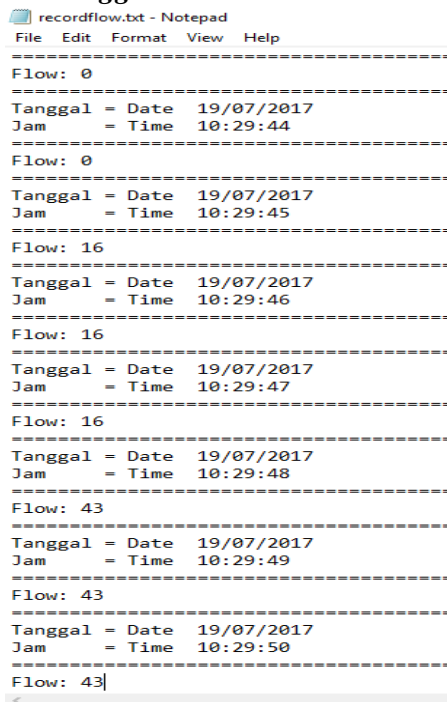
Dari data pengujian system pada tabel 4.3 pada sistem *monitoring flow* selanjutnya dibuat sebuah grafik yang mana menunjukan bahwa laju aliran pada inlet *miniplant* boiler relatif stabil, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Grafik waktu terhadap *flow*

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai set point yaitu sekitar 26 s dengan pembacaan *flow* sebesar 43 L/menit. Jadi dalam 1 detik *flow* yang mengalir yaitu 0,7166 liter. Dapat dilihat ketika valve membuka 100% maka *flow* yang mengalir dapat dilihat pada *record* pada laptop. Grafik *response time flow* terhadap waktu diatas menunjukkan bahwa pembacaan pada sistem sedikit berubah-ubah nilainya (*fluktuatif*) namun cenderung konstan, hal ini disebabkan karena laju aliran dapat dipengaruhi oleh tekanan fluida yang melewati sensor, di mana laju aliran atau *flow* berbanding lurus dengan tekanan yang diberikan. Semakin besar tekanan pada sistem maka semakin besar pula laju aliran atau *flow* yang dibaca oleh sensor *flow*. Pada detik ke 44 *servo operating valve* menutup karena telah mencapai *set point level* sehingga grafik menunjukkan turun kebawah atau *flow* bernilai 0.

4.1.4 Pengujian *data logger*



```

recordflow.txt - Notepad
File Edit Format View Help
=====
Flow: 0
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:44
=====
Flow: 0
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:45
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:46
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:47
=====
Flow: 16
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:48
=====
Flow: 43
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:49
=====
Flow: 43
=====
Tanggal = Date 19/07/2017
Jam      = Time 10:29:50
=====
Flow: 43|
<
  
```

Gambar 4.5 *Data Logger* pembacaan *flow*

Penyimpanan data logger terdapat pada PC secara otomatis saat alat dinyalakan. Pada data logger ini dapat dilihat *flow* yang mengalir per sekon. Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 4.2 di atas dapat diketahui ketidakpastian pengukuran sensor melalui perhitungan menggunakan persamaan ketidakpastian yang dapat dilihat pada lampiran. Hasil ketidakpastian pengukuran adalah sebagai berikut :

- $\sigma = 0,706$ lt/menit
- $U_{A1} = 0,182$ lt/menit
- $SSR = 1,496$ lt/menit
- $U_{A2} = 0,315$ lt/menit
- $U_{B1} = 0,002$ lt/menit

- f. $U_c = 0,364$ lt/menit
 g. $U_{exp} = 0,678$ lt/menit
 h. $V_{eff} = 17,922$

Tabel 4.4 Data uji standar dengan data uji sensor

No.	<i>Flow</i> Standar	<i>Flow</i>		Rata-Rata Pembacaan Alat
		Pembacaan Naik	Pembacaan Turun	
	L/menit	L/menit	L/menit	L/menit
1	11.64	10.42	11.5	10.96
2	30.16	30.51	30.2	30.355
3	36.72	35.6	36.25	35.925
4	39.2	40.1	39.65	39.875

Tabel 4.4 diatas merupakan pengujian *water flow sensor* jenis kuningan dibandingkan dengan perhitungan standar dengan meode volumetrik. Pengujian dilakukan dengan pembacaan naik dan pembacaan turun dengan range 11,64 L/menit – 39,2 L/menit.

Tabel 4.5 Perhitungan hasil data uji sensor dan data uji 1

Pembacaan Standar (L/menit)	Koreksi y_i	$y_i - y'$	$(y_i - y')^2$	$t_i \cdot y_i$	t_i^2
11.64	0.68	0.5287	0.27958	7.915	135.5
30.16	-0.195	-0.346	0.11989	-5.88	909.6
36.72	0.795	0.6438	0.41441	29.19	1348
39.2	-0.675	-0.826	0.68269	-26.5	1537

Tabel 4.6 Lanjutan data perhitungan tabel 4.5

Y regresi	Residu	SR
0.1511	0.5289	0.28
0.1513	-0.346	0.12
0.1513	0.6437	0.414
0.1513	-0.826	0.683

Pengujian alat ukur ini bertujuan untuk mengetahui besar ketidakpastian alat ukur yang dibuat, sehingga dengan mengetahui hal tersebut bisa pula diketahui nilai ketidakpastian pengukuran (UA_1). Akan tetapi, sebelum menghitung nilai ketidakpastian dari alat ukur tersebut, maka perlu diketahui terlebih dahulu standard deviasi (δ) dari pengukuran tersebut. Adapun untuk menghitung standard deviasi (δ) sebagai berikut :

A. Standard deviasi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}} \\ &= 0,706\end{aligned}$$

Dimana :

\underline{X} : Data Uji
 \bar{X} : Nilai rata-rata data uji
 n : Jumlah Pengukuran

Dari persamaan tersebut diketahui bahwa nilai dari standard deviasi sebesar 0,706.

B. Ua_1

$$\begin{aligned}Ua_1 &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= 0,353\end{aligned}$$

C. Ua_2

$$\begin{aligned}Ua_2 &= \sqrt{\frac{SSR}{n - 2}} \\ &= 0,315\end{aligned}$$

D. Ketidakpastian Tipe B**Ub₁**

$$Ub_1 = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}}$$

$$Ub_1 = 0,0028$$

E. k, Faktor Cakupan

$$V_{\text{eff}} = 10,958$$

$$K = 1,86 \text{ (dari tabel T-Student)}$$

F. U_{exp}, Ketidakpastian Diperluas

$$U_{\text{exp}} = k \cdot U_c$$

$$U_{\text{exp}} = 0,8813$$

4.1.4 Karakteristik Statik Sensor

Adapun perhitungan karakteristik statik dari sensor dapat dilihat pada lampiran B. Nilai karakteristik statik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{a. Sensitivitas (dari data pengujian alat)} &= \frac{\Delta O}{\Delta I} \\ &= \frac{39,875 - 10,96}{39,2 - 11,64} = 1,049 \end{aligned}$$

b. Akurasi :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right|, \text{ dengan } Y_n = \text{Pembacaan standar (I) dan}$$

$$X_n = \text{Pembacaan alat (O)}$$

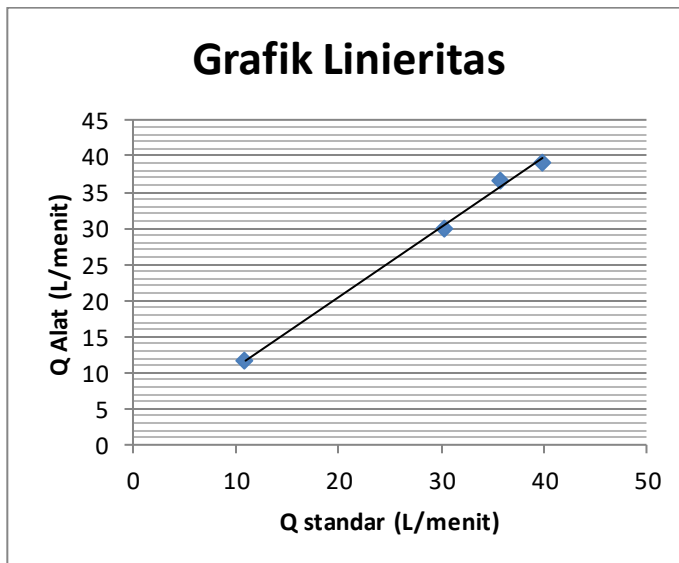
$$\begin{aligned} A &= 1 - |0,0054| \\ &= 0,9946 \end{aligned}$$

c. Error :

$$\begin{aligned} e &= 1 - A \\ e &= 1 - 0,9946 \\ e &= 0,0354 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui karakteristik static sensor yaitu sebagai berikut :

- a. Resolusi : 0,01
- b. Range : 11,64 liter – 39,2 liter
- c. Rata-rata Error : 0,151 liter/menit
- d. Error (%) : 0,382%
- e. Akurasi : 0,0054
% Akurasi : 99,5%
- f. Sensitivitas (K) : 1,049
- g. Linieritas



Gambar 4.6 Grafik Linieritas *Water Flow Sensor*

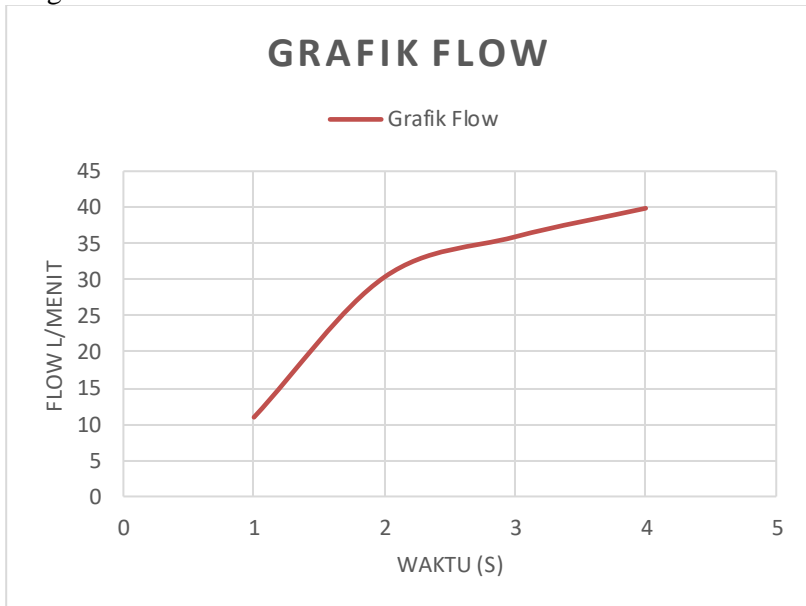
4.1.5 Karakteristik Dinamik Sensor

Karakteristik dinamik dari sebuah alat ukur menggambarkan perilakunya antara waktu yang terukur dengan perubahan nilai dan waktu ketika sebuah alat output mencapai nilai stabil. Nilai karakteristik dinamik dikutip dalam lembar instrumen data hanya berlaku pada saat instrumen yang digunakan dalam kondisi lingkungan tertentu. *Water Flow Sensor* termasuk instrument orde satu karena pada saat dilakukan pengukuran, nilai output yang

dihasilkan membutuhkan waktu untuk mencapai besaran yang diinginkan

4.1.6 Karakteristik Dinamik Sensor

Karakteristik dinamik dari sebuah alat ukur menggambarkan perilakunya antara waktu yang terukur dengan perubahan nilai dan waktu ketika sebuah alat output mencapai nilai stabil. Nilai karakteristik dinamik dikutip dalam lembaran instrumen data hanya berlaku pada saat instrumen yang digunakan dalam kondisi lingkungan tertentu. *Water Flow Sensor* termasuk instrument orde satu karena pada saat dilakukan pengukuran, nilai output yang dihasilkan membutuhkan waktu untuk mencapai besaran yang diinginkan.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Waktu dan *Flow*

4.2 Pembahasan

Pada pengambilan data *monitoring flow* didapat dari pembacaan sensor *water flow*. Sensor diletakkan sebelum memasuki boiler dan sesudah *booster pump* inlet, hal ini

digunakan untuk mengetahui seberapa laju aliran yang keluar dari *booster pump* agar air dapat menjangkau *inlet boiler*. Cara kerja dari alat ukur *flow* atau laju aliran ini yaitu input dari sensor yang berupa aliran air dapat menggerakkan turbin, sehingga turbin atau *impeller* yang ada di dalam tubuh sensor bergerak dan menyebabkan terjadinya medan magnet karena adanya *hall effect*. Sedangkan *output* dari sensor berupa (sinyal pulsa). *Output* dari sensor akan diolah oleh elemen pemrosesan sinyal yang berupa *microcontroller* ATmega 32. *Listing program* disusun atau *coding* melalui *software* Bascom AVR, yang mana berfungsi untuk menampilkan data pengukuran dari sensor. Di dalam *listing program* Bascom AVR berisi rumus konversi yang dapat mengubah sinyal pulsa menjadi laju aliran dengan satuan liter per menit. Berdasarkan kalibrasi atau pengujian sensor yang telah dilakukan, diperoleh data pembacaan sensor *water flow* pada tabel 4.2. dan data pembacaan tangki ukur (*standard*) pada tabel 4.1. Melalui tabel tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan yang telah tercantum pada tinjauan teori, yaitu diperoleh nilai penyimpangan (*standard deviation*) dari kalibrasi sensor yakni sebesar 0,706 L/menit, *error* alat ukur atau *water flow sensor* sebesar 0,382%, ketidakpastian diperluas atau U_{expand} sebesar 0,678 L/menit, nilai akurasi pembacaan sensor sebesar 99,46%.

Pada pengambilan data pada *input water boiler* dilakukan pembacaan *flow* pada sistem setiap 2 detik. Data pembacaan sensor *water flow* yang terdapat pada tabel 4.3 terlihat bahwa pembacaan pada sistem sedikit berubah-ubah nilainya (*fluktuatif*) namun cenderung konstan, hal ini disebabkan karena laju aliran dapat dipengaruhi oleh tekanan fluida yang melewati sensor, di mana laju aliran atau *flow* berbanding lurus dengan tekanan yang diberikan. Semakin besar tekanan pada sistem maka semakin besar pula laju aliran atau *flow* yang dibaca oleh sensor *flow*.

Proses penyimpanan data *system monitoring flow input water* menggunakan komunikasi serial RS 232 yang dapat mengoneksikan mikrokontroler atmega 32 dengan laptop yang terinstall *software Delphi* sebagai HMI (*Human Machine*

Interface). *Record data flow* tersimpan secara otomatis pada laptop dengan letak di local disk D. Kapasitas penyimpanan *record data* tergantung pada kapasitas hardisk laptop selama *hardisk* masih memiliki kapasitas yang banyak maka *record data* dapat menampung data sesuai kapasitas *hardisk* laptop.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Telah dibangun sebuah sistem monitoring *Flow Input Water* pada *Mini Power Plant* di *Workshop Instrumentasi* sebagai berikut :

- a. Sistem monitoring yang dirancang yaitu menggunakan *Water Flow Sensor* , atmega 32 sebagai pemroses sinyal yang ditampilkan pada PC yang menggunakan bahasa program *Delphi*. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ketika *servo operating valve* membuka 100% maka debit yang mengalir pada *steam drum* sebesar 40,1 L/menit.
- a. Dari hasil pengujian alat sensor didapatkan didapat nilai standart dari kalibrasi sensor yakni sebesar 0,706 L/menit, *error* alat ukur atau *water flow sensor* sebesar 0,382%, ketidakpastian diperluas atau U_{expand} sebesar 0,678 L/menit. Dari hasil debit pada *database* dapat disimpulkan bahwa sensor berjalan dengan baik dengan nilai nilai akurasi pembacaan sensor sebesar 99,46%. Kapasitas penyimpanan *record* data tergantung pada kapasitas hardisk laptop selama *hardisk* masih memiliki kapasitas yang banyak maka *record* data dapat menampung data sesuai kapasitas *hardisk* laptop.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya terkait alat *monitoring flow* pada *input* boiler adalah untuk penelitian kedepan diharapkan menghitung nilai volume pada boiler dengan teliti. Karena nilai volume sangat berpengaruh terhadap pembacaan nilai *flow* pada plant.

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdulrahaman M., Evaluation and modeling of effluent from Wuye wastewater treatment plant, M. Eng. Thesis, Federal University of Technology, Minna, Nigeria, 2001, p. 35-39.
- [2] Decy Nataliana dkk, *PENGENDALI LEVEL AIR PADA STEAM DRUM BOILER BERBASIS DCS (DISTRIBUTED CONTROL SISTEM)* Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasioanal – Bandung
- [3] Team Professional Training Program on Industrial Automation (2010), Modul Training HMI dan SCADA. Bandung: Universitas Kristen Maranatha Bandung.
- [4] UNEP, “Boiler & Pemanas Fluida Thermis” United Nation Environment Program, 2008 § Widhi H. D
- [5] Suyamto, dkk, SEMINAR NASIONAL III SDM TEKNOLOGI NUKLIR YOGYAKARTA, 21-22 NOVEMBER 2007 ISSN 1978-0176
- [6] Malik, Shadan. 2005. Enterprise Dashboards – Design and Best Practices for IT. John Wiley & Sons, Inc
- [7] Eko Ihsanto, Imam Buchori. 2017. DISAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING PENGISIAN CAIRAN MELALUI WIFI DAN WEB SINERGI Vol. 21, No. 1, Februari 2017: 65-72
- [8] He, D., Bai, B., Zhang, J. and Wang, Z. Online measurement of gas and liquid flow rate in wet gas through one V-Cone throttle device. Experimental Thermal and Fluid Science. 2016; 75: 129-136.

- [9] BEJO, AGUS, 2008, C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATMEGA8535. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [10] Hendawan Soebhakti. (2007). Line Tracking Robot Using AVR Microcontroller.
- [11] Atmei Corporation, ATMEGA32 DATASHEET
- [12] ANONIM, Pemrograman Mikrokontroler Atmega8535 dengan BASCOM AVR, Inkubator Teknologi MITI Yogyakarta
- [13] Teddy Marcus Zakaria. 2013. Pemrograman Delphi untuk Pemula: IDE dan Struktur Pemrograman

LAMPIRAN A

Datasheet Water Flow Sensor

Flow Sensor utk cairan (air dan jenis lainnya), terbuat dari kuningan

****Kelebihan flow sensor kuningan dibandingkan plastik:**

1. Anti karat selamanya (cocok utk segala jenis cairan)
2. Tahan panas tinggi (cocok utk water heater)
3. Tahan tekanan tinggi (s/d 1.75 MPa)
4. Tidak mudah pecah jika terjatuh, terinjak atau tertimpa barang berat

Suhu Cairan : ≤ 80 Derajat C

Debit : 2-45L/min

Tekanan Maksimal : 1.75MPa

Tegangan Operasi : 5V, ≤ 10 mA

Resistansi : > 100 M Ohm

Fungsi : $F=8.1Q^{-3}$, $\pm 10\%$, F:Hz, Q:L/min

Pulse per Liter : 477

Bahan : Kuningan

Cairan : Air, Minyak, Bensin

****Aplikasi:**

Gas water heater, mesin kopi, electric water heater, mesin cuci, kran otomatis, water dispenser, boiler, electromagnetic heater, mesin kontrol air, pompa air panas, card management system, smart meter IC water meter, penjualan air self-service (trafficking), peralatan pengolah air, peralatan distribusi air, cooling system, circulatory system, peralatan/mesin otomatis, peralatan farmasi.

****Wiring:**

Kabel merah: + power

Kabel hitam: - power

Kabel kuning: sinyal pulse

****Catatan:**

- Jangan dipakai dekat magnet karena mempengaruhi karakteristik sensor
- Untuk mencegah sumbat, pasanglah filter sebelum masuk ke sensor

- Pasanglah sensor pada tempat yang tidak berguncang/bergetar keras, agar hasilnya akurat



Datasheet Atmega 32



8-Bit AVR Microcontroller

ATmega32A

DATASHEET COMPLETE

Introduction

The Atmel® ATmega32A is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega32A achieves throughput close to 1MIPS per MHz. This empowers system designer to optimize the device for power consumption versus processing speed.

Features

- High-performance, Low-power Atmel AVR 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions - Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 1024Bytes EEPROM
 - 2Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses and Lock Bits through the JTAG Interface
- Atmel QTouch® library support

- Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - Atmel QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
 - Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels In TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
 - I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
 - Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V
 - Speed Grades
 - 0 - 16MHz
 - Power Consumption at 1MHz, 3V, 25°C
 - Active: 0.6mA
 - Idle Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: < 1µA
-

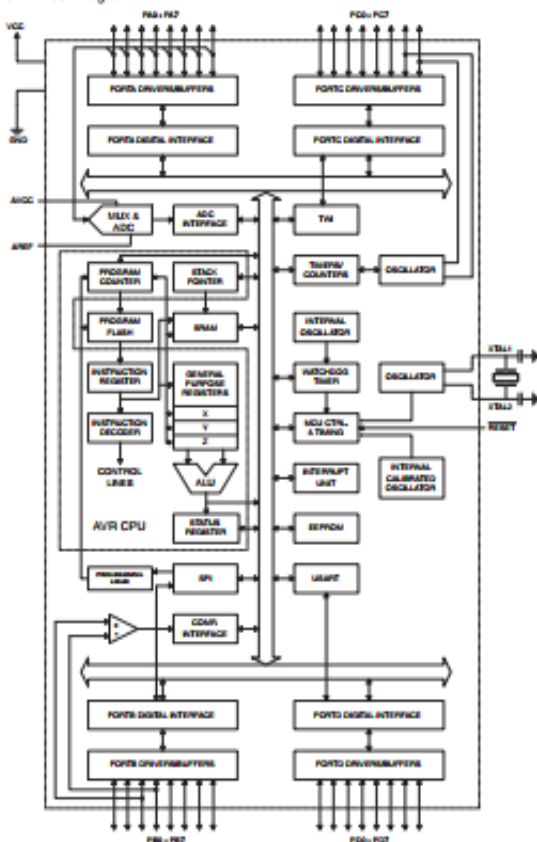
ATmega32(L)

Overview

The Atmega[®]AVR[®]Atmega32 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the Atmega32 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

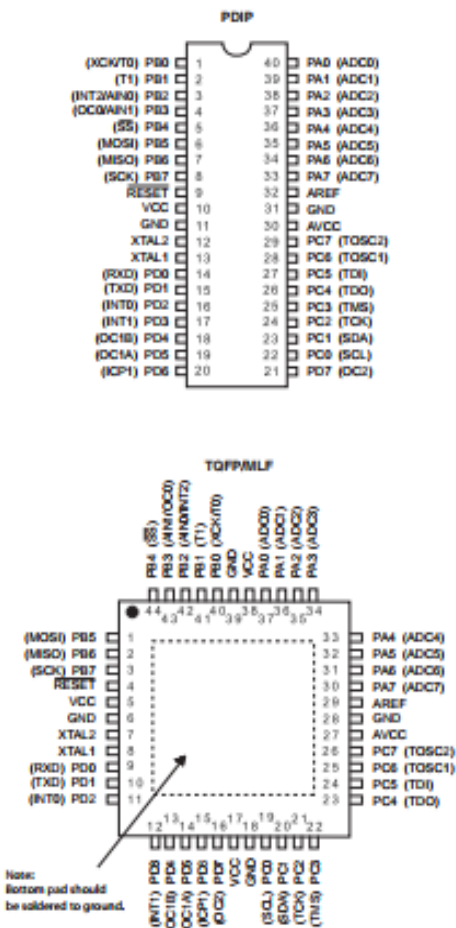
Figure 2. Block Diagram



ATmega32(L)

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega32



LAMPIRAN B

B1. Listing Program Bascom AVR

```
$regfile = "m32def.dat"
$crystal = 11059200
$baud = 9600

Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E =
Portc.1 , Db4 = Portc.2
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portc.3 , Db6 =
Portc.4 , Db7 = Portc.5
Config Lcd = 16 * 4

Cls
Cursor Off

Config Adc = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Avcc
Config Spi = Soft , Din = Pind.5 , Dout =
Portd.3 , Ss = None , Clock = Portd.4

Config Pind.4 = Output
Config Pind.3 = Output
Config Pind.5 = Input
Ch Alias Pind.2

Config Pind.2 = Output
Config Ch = Input

Config Int0 = Falling
Const Debouncetime = 1

Dim Wtime As Byte
Dim Encounter As Word

Set Ch
```

```

On Int0 Getencoder
Cls

Wtime = 100
Encounter = 0
Enable Interrupts

Enable Int0
Cls
Cursor Off

Do

Q = Encounter / 60
Q = Q / 8.1
Q = Q * 65.3
Qx = Q

Set Portd.6
  Waitms Wtime
  Locate 4 , 1
  Lcd "FLOW= " ; Q ; " L/min      "
  Reset Portd.6
  Waitms Wtime

Print Qx ; "a"
Print Maxdata ; "b"
Print Encounter2 ; "c"

Encounter = 0
Getencoder:
  Waitms Debouncetime
  If Ch = 0 Then
    Incr Encounter
  End If
  Gifr = 64

```

Return

B.2 Listing Program *Delphi*

```
procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender:
TObject; Count: Integer);
var buff:string;
begin
comport1.ReadStr(buff,count);
memo1.Text:=memo1.Text+buff;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender:
TObject);
begin
comport1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender:
TObject);
begin
Timer2.Enabled := True;
Timer3.Enabled := True;
Timer4.Enabled := True;
Timer5.Enabled := True;

if button2.Caption='Connect' then
begin
button2.Caption:='Disconnect';
comport1.Open;
end
else if button2.Caption='Disconnect' then
begin
button2.Caption:='Connect';
comport1.Close;
end;

end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender:
TObject);
```

```

begin
edit1.Color:=clwhite;
edit2.Color:=clwhite;
edit3.Color:=clwhite;
edit1.text:='';
edit2.text:='';
edit3.text:='';
memol.Text:='';
end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender:
TObject);
begin
close;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
ThousandSeparator:=',';
DecimalSeparator:='.';
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
label7.Caption:='Date  '+
FormatdateTime('d/mm/yyyy',Date);
label8.Caption:='Time  '+
FormatDateTime('hh:nn:ss',Time);
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender:
TObject);
begin
close;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var

```

```

F: TextFile;

begin
  AssignFile(F, 'D:\recordflow.txt');
  Append(F);
  WriteLn(F,
'=====');
  WriteLn(F, 'Tanggal = ',label7.Caption);
  WriteLn(F, 'Jam      = ',label8.Caption);
  WriteLn(F,
'=====');

  WriteLn(F, 'Flow: ',Edit1.Text);
//  WriteLn(F, 'Suhu: ',Edit2.Text);
//  WriteLn(F, 'Rpm : ',Edit3.Text);
  CloseFile(F);
end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
var ruang,kulit,tulang:double;
    rin,kin,lin:string;
    jumlahdata:integer;

begin
  jumlahdata:=chart1.GetMaxValuesCount;
  form1.Caption:=inttostr(jumlahdata);
//  if jumlahdata > 60 then
//    begin
//      Series1.Clear;
//      Series2.Clear;
//      Series3.Clear;
//    end;

  rin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-3];
  kin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-2];
  lin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-1];

```

```

if rightstr(rin,1)= 'a' then
begin
edit1.Text:=leftstr(rin,length(rin)-1);
ruang:=strtofloat(edit1.text);
Series1.Add(ruang, '', clred) ;
end;
if rightstr(kin,1)='b' then
begin
edit2.Text:=leftstr(kin,length(kin)-1);
kulit:=strtofloat(edit2.text);
Series2.Add(kulit, '', clgreen) ;
end;
if rightstr(lin,1)='c' then
begin
edit3.Text:=leftstr(lin,length(lin)-1);
tulang:=strtofloat(edit3.text);
Series3.Add(tulang, '', clgreen) ;
end;

end;

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
var
  G: TextFile;

begin
  AssignFile(G, 'D:\recordsuhu.txt');
  Append(G);
  WriteLn(G,
'=====');
  WriteLn(G, 'Tanggal = ', label7.Caption);
  WriteLn(G, 'Jam      = ', label8.Caption);
  WriteLn(G,
'=====');

  // WriteLn(G, 'Flow: ', Edit1.Text);
  WriteLn(G, 'Suhu: ', Edit2.Text);

```

```

// WriteLn(G, 'Rpm : ',Edit3.Text);
CloseFile(G);
end;

procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
var
  H: TextFile;

begin
  AssignFile(H, 'D:\recordrpm.txt');
  Append(H);
  WriteLn(H,
'=====');
  WriteLn(H, 'Tanggal = ',label7.Caption);
  WriteLn(H, 'Jam      = ',label8.Caption);
  WriteLn(H,
'=====');

  // WriteLn(H, 'Flow: ',Edit1.Text);
  // WriteLn(H, 'Suhu: ',Edit2.Text);
  WriteLn(H, 'Rpm : ',Edit3.Text);
  CloseFile(H);
end;

procedure TForm1.GroupBox1Click(Sender:
TObject);
begin

end;

end.

```


BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ngawi pada tanggal 20 Januari 1997. Pada saat ini penulis bertempat tinggal di Ds. Satriyan 1, Ds. Tepas, Kec.Geneng, Ngawi, Jawa Timur. Pada tahun 2007, penulis telah menyelesaikan pendidikan dasar selama 6 tahun di MI PSM SATRIYAN Ngawi. Pada tahun 2011, penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Geneng selama 3 tahun. Pada tahun 2014, penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 1 Ngawi selama 3 tahun. Pada tahun 2017 ini, penulis mampu menyelesaikan pendidikan Diploma di Program Studi D3 Teknik Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email tirta.trias@gmail.com.